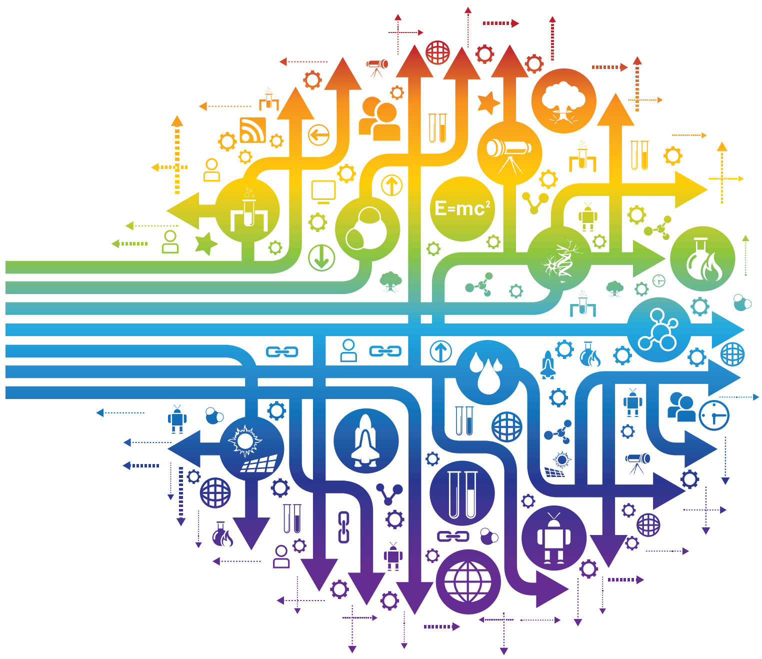


중학교

과학 3

(주)지학사

이 책의 구성과 특징

단원 소개



◀ 대단원

이 단원에서 배울 내용을 예시하고, 단원과 관련된 과학자를 소개하여 흥미를 가지고 단원을 시작하도록 하였습니다.



중단원 ▶

중단원 내용과 관련된 다양한 사진과 설명을 함께 제시하여 단원에 대한 이해를 높이도록 하였습니다.

스토리텔링



◀ 스토리텔링 소단원(주제) 전개

생활 속에서 경험할 수 있는 다양한 현상들을 사례와 함께 제시하였고, 이야기식 전개로 학습 내용을 이해하기 쉽게 구성하였습니다.



탐구 ▶

사진과 함께 제시된 각 과정을 꼼꼼하게 살펴보고 직접 탐구하면서 핵심이 되는 개념을 정확하게 파악하도록 하였습니다. 본 탐구 활동을 이해하는 데 도움이 되는 미니 탐구와 발전된 탐구를 통해 문제 해결력을 높였습니다.

재미있는 학습

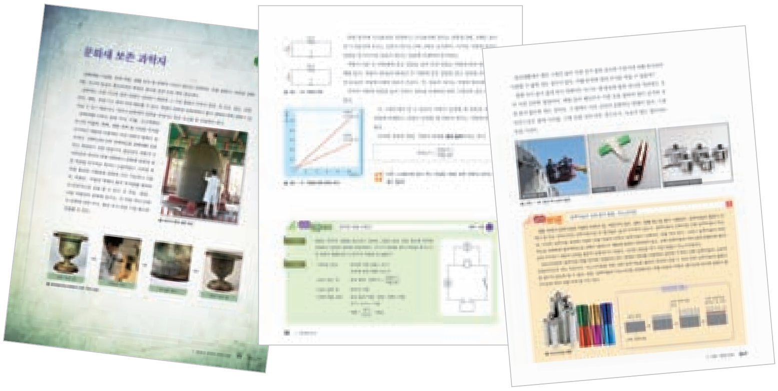


◀ STEAM(융합)

과학은 기술, 공학, 예술, 수학 등의 분야와도 긴밀한 관계를 가지므로 과학의 원리를 실생활 및 다양한 분야에 융합적으로 접근할 수 있도록 구성하였습니다. 또한 과학과 관련된 직업 및 단체, 연구소 등을 소개하여 미래의 과학 관련 진로 계획에 도움이 되도록 하였으며, 과학적인 글쓰기를 통한 창의·인성 계발과 향상에도 도움이 되도록 하였습니다.

풍부한 흥미 요소 ▶

잠깐 체크, 과학 자료실, 클릭! 그때 그 사건, 이미지 사이언스 등 흥미를 유발하고, 호기심을 해결할 수 있는 재미있는 요소들을 곳곳에 제공하여 지루하지 않고 집중도 높은 학습이 이루어지도록 하였습니다.

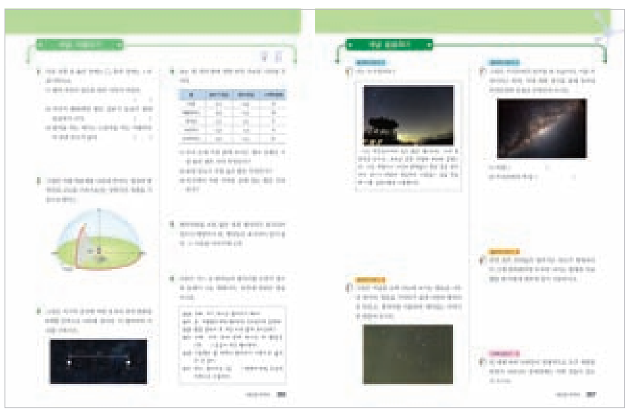


스스로 학습



◀ 자기 주도 학습

학습한 내용을 소단원별로 개념 확인하기→문제 해결하기→과학과 기술(사회, 생활) 연관 짓기 등을 통해 단계적으로 정리하고, 개념 정리하기를 통해 통합적인 시각에서 정리를 할 수 있도록 하였습니다.



마무리 문제 ▶

다양한 평가 문항을 통해 문제 해결력을 기를 수 있도록 하였고, 실생활과 관련된 과학적 현상에 대하여 탐구적으로 접근할 수 있는 길잡이 역할을 하였습니다. 또한 창의·인성 함양에도 도움이 되도록 하였습니다.

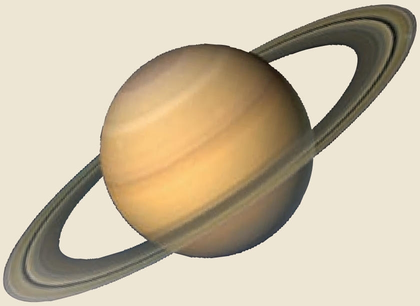
차례



I 전기와 자기

II 화학 반응에서의 규칙성





III 태양계

IV 생식과 발생



V 여러 가지 화학 반응

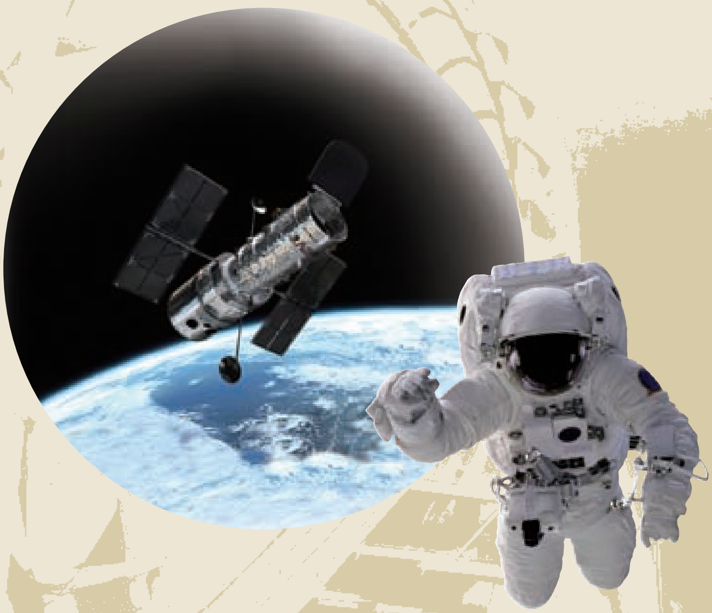


VI 유전과 진화



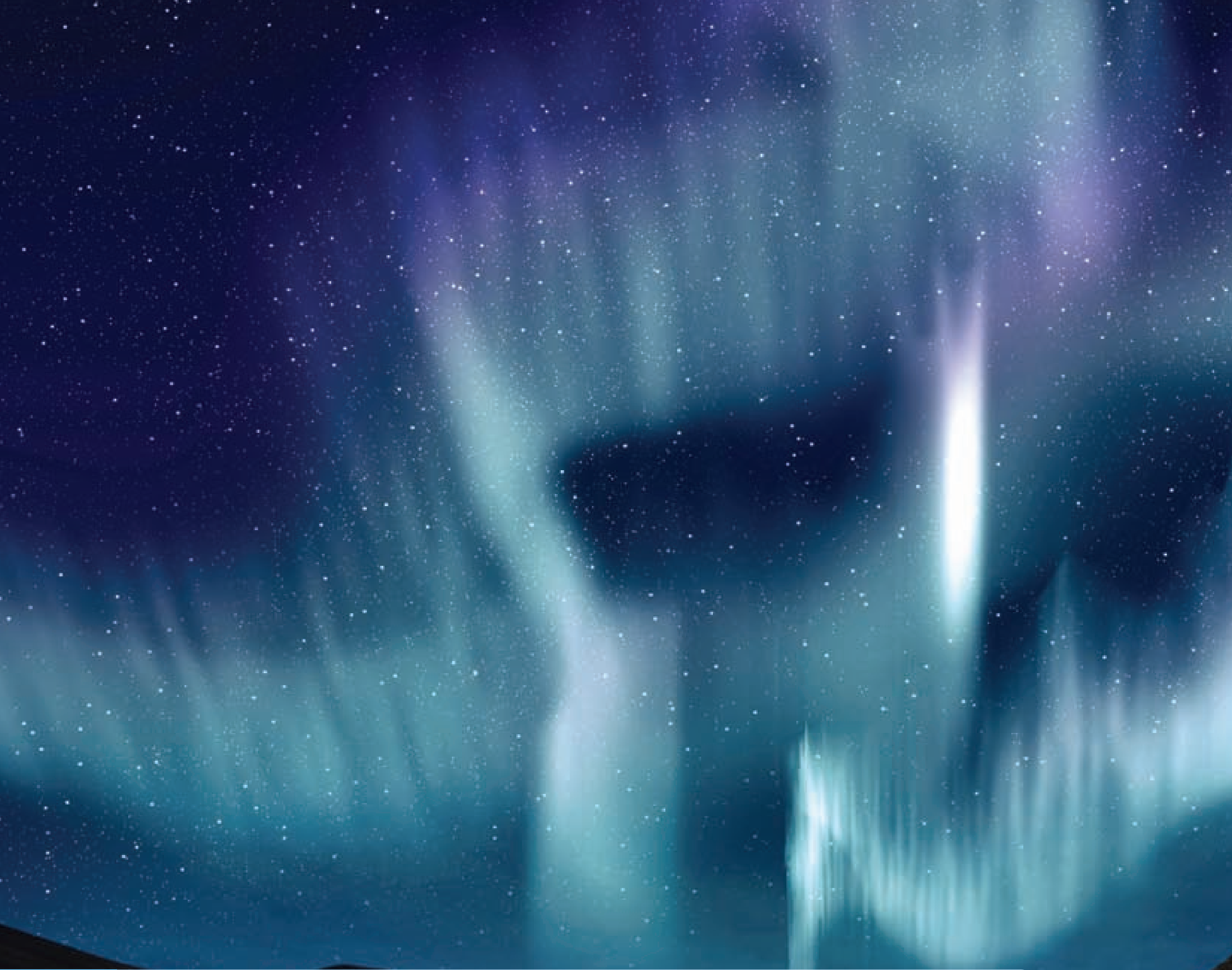
VII 외권과 우주 개발





VIII 과학과 인류 문명

부록



옴(Ohm, G. S. ; 1789~1854)



1789년 독일 에를랑겐에서 태어났다. 1805년 에를랑겐 대학에 입학했으나 가난 때문에 중퇴하고 스위스에서 교사 생활을 하다가 1811년에 다시 대학으로 돌아와 학위를 받았다. 옴은 다양한 길이와 재질을 갖는 여러 도선들에 흐르는 전류를 측정하는 수많은 실험을 하였으며, 그 결과를 종합하여 1826년 '옴의 법칙'을 풀이한 논문을 발표하였다. 이 논문은 한동안 세상에서 인정받지 못하다가 프랑스의 과학 아카데미를 통하여 알려졌다. 옴의 법칙이 알려지면서 옴은 1841년 영국 왕립 학회로부터 코플리 메달을 수상하였고 이를 계기로 독일 학회에서도 인정을 받아 1849년에는 뮌헨 대학의 물리학 교수가 되었다. 전기 저항의 단위인 Ω(옴)은 그의 이름을 기리기 위한 것이다.



I 전기와 자기

❖ 이 단원에서는

고위도 지방에서 아름답게 빛나는 오로라는 전기와 자기가 함께 만들어 낸 자연 현상이다. 전기와 자기 사이에는 어떤 관계가 있을까?

이 단원에서는 전하에 대한 이해를 바탕으로 물체가 대전되는 과정을 학습한다. 전하를 띤 두 물체 사이에는 전기력이 작용한다는 것을 이해하고 전류, 전압, 저항 사이의 관계를 알아보자.

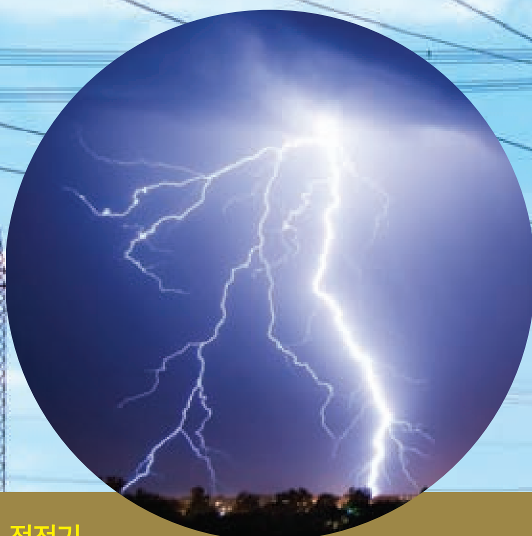
더불어 전류가 흐르는 도선 주위에 자기장이 생기는 현상과 자기장 속에 놓인 도선이 받는 자기력 및 전자기 유도 현상에 대해서도 알아보자.

1 전기

» 중단원 미리 보기

전류

전하의 흐름을 전류라고 한다. 전류의 세기는 어떻게 나타낼까?



정전기

우리는 구름과 지면 사이 또는 구름과 구름 사이에서 발생하는 번개 때문에 깜짝 놀라기도 한다. 이와 같은 현상이 일어나는 원인은 무엇일까?

가정이나 학교 등 우리 주변에서는 여러 가지 전기 기구들이 사용된다. 이러한 전기 기구들은 우리의 생활을 매우 편리하게 해 준다. 전기는 어떻게 발생하고 어디에 이용될까?



전기 에너지

가정에서 사용하는 여러 가지 전기 기구들에서 전기 에너지는 어떤 에너지로 전환될까?

1-1 정전기 유도



학습 목표
- 정전기 유도에 의해 물체가 대전되는 과정을 설명할 수 있다.
- 대전된 두 물체 사이에는 정전기력이 작용함을 설명할 수 있다.

옛날 사람들은 아름다운 광택을 내는 호박을 장식품으로 사용하였다. 호박은 나무에서 흘러나온 액이 돌처럼 굳어진 것이다.

호박을 장식품으로 만드는 마지막 과정은 헝겊으로 호박의 표면을 문질러 작은 티끌이나 먼지를 닦아 내는 것이었는데, 닦을수록 티끌이나 먼지 등이 오히려 호박에 달라붙었다.

이러한 현상은 왜 일어나는 것일까?

인터넷 과학 세상
한국 전기 박물관(http://www.kepco.co.kr/museum)
검색 마찰 전기

정전기

헝겊으로 문지른 호박에 먼지가 달라붙는 이유는 마찰에 의해 호박이 전기를 띠기 때문이다. 이와 같이 마찰에 의해 발생되는 전기를 **마찰 전기**라고 하는데, 마찰 전기는 전선 속을 흐르는 전기와 달리 물체에 머물러 있기 때문에 **정전기**라고도 한다.

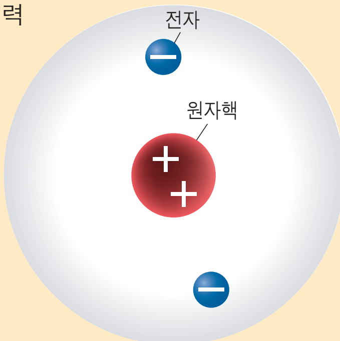
전기 현상의 원인이 되는 성질을 **전하**라고 하며, 전하에는 양(+)전하와 음(−)전하가 있다. 정전기 현상은 물질 속에 있는 (+)전하와 (−)전하의 작용으로 일어난다.

모든 물질은 원자라고 하는 매우 작은 알갱이로 구성되어 있다. 원자는 중심에 (+)전하를 띤 원자핵이 있고, 그 주위에 (−)전하를 띤 전자들이 있다. 보통의 물질은 (+)전하와 (−)전하의 양이 같아서 전기를 띠지 않는다.

과학 자료실 — 원자의 구조

(+)전하를 띤 원자핵과 (−)전하를 띤 전자 사이에는 전기력이 작용한다. 전기력은 원자의 구조를 이해하는 데 매우 중요한 역할을 한다. 전자가 운동하고 있지 않으면 원자핵과 전자의 전기력에 의하여 전자는 원자핵으로 끌려갈 것이다. 하지만 전자는 원자핵 주위에서 운동하고 있으며, 전자들 사이에는 서로 척력이 작용하므로 전자들은 넓게 흩어져 있다.

원자들이 모여서 분자를 구성할 때에도 전자들 사이의 척력과 전자와 원자핵 사이의 인력 등에 의하여 여러 가지 분자들이 만들어진다.



서로 다른 두 물체를 마찰시키면 두 물체 모두 전기를 띠게 된다. 이것은 한 물체에서 다른 물체로 전자가 이동하였기 때문이다. 이때 전자를 잃은 물체는 (+)전하를 띠고, 전자를 얻은 물체는 (−)전하를 띤다. 예를 들어 털가죽에 에보나이트 막대를 문지르면 털가죽에 있던 일부 전자가 에보나이트 막대로 이동하면서 털가죽은 (+)전하를 띠게 되고, 전자를 얻은 에보나이트 막대는 (−)전하를 띠게 된다. 이와 같이 물체가 전기를 띠게 되는 현상을 **대전**이라고 하며, 대전된 물체를 **대전체**라고 한다.

한편, 대전된 전하의 종류에 따라 같은 전하를 띤 물체 사이에는 미는 힘인 척력이 작용하고 서로 다른 전하를 띤 물체 사이에는 당기는 힘인 인력이 작용한다. 이처럼 정전기를 띤 물체 사이에 밀거나 당기는 힘을 **정전기력**이라고 한다.

스스로 해결하기

아래 문장 중 틀린 곳에 밑줄을 긋고, 알맞게 고쳐 보자.

> 두 물체를 마찰하여 전자를 잃은 물체는 (−)전하를 띠고 전자를 얻은 물체는 (+)전하를 띤다.

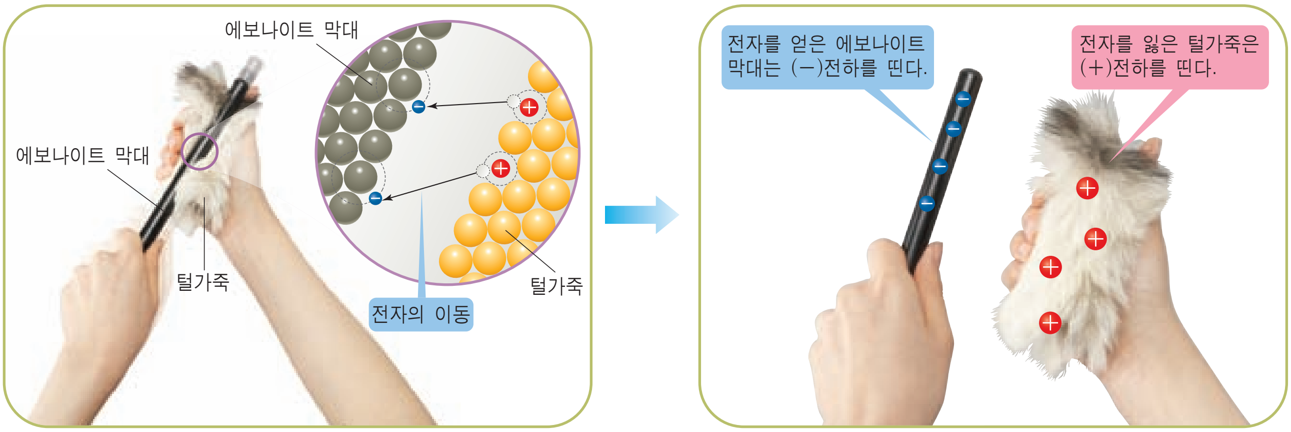


그림 Ⅰ-1 털가죽과 에보나이트 막대를 마찰시킨 경우

서로 다른 두 물체를 마찰시키면 물체 사이에 전자가 이동하는데, 이때 전자를 잃기 쉬운 순서대로 나열한 것을 **대전열**이라고 한다.



그림 Ⅰ-2 대전열_ 마찰시킬 때 전자를 잃기 쉬운 순서대로 나열한 것이다.

정전기 유도

물체를 대전시키는 방법에는 물체를 서로 마찰시키는 방법 외에도 정전기력을 응용한 정전기 유도가 있다. 정전기 유도에 대하여 자세히 알아보자.

탐구 활동 마찰 전기를 이용한 정전기 유도 현상

실험(동영상)

목·표

마찰 전기를 이용하여 정전기 유도 현상이 일어나게 할 수 있다.

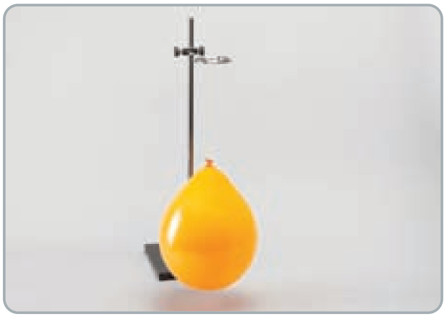
준·비·물

에보나이트 막대, 알루미늄 막대, 유리 막대, 고무풍선, 비커, 스탠드, 실, 털가죽, 명주 헝겊

유·의·점

1. 맑고 건조한 날에 실험하는 것이 좋다.
2. 과정 ⑥에서 고무풍선이 스탠드에 닿지 않도록 주의한다.
3. 과정 ⑥에서 고무풍선이 매달린 스탠드를 움직일 때에는 풍선이 흔들리지 않도록 천천히 이동시킨다.

과정



❶ 고무풍선을 실로 연결한 후 스탠드에 매단다.



❷ 비커 위에 알루미늄 막대를 올려놓는다.



❸ 에보나이트 막대를 털가죽으로 문질러 (−)로 대전시킨다.



❹ (−)로 대전시킨 에보나이트 막대를 알루미늄 막대에 가까이 가져간다.



❺ 고무풍선을 털가죽으로 문질러 (−)로 대전시킨다.



❻ 고무풍선을 매단 스탠드를 잡고 멀리서부터 과정 ❹의 알루미늄 막대 근처로 천천히 옮긴다.

결과

과정 ⑥에서 고무풍선은 어느 쪽으로 힘을 받는가?

해석 창의 · 인성

1 금속 막대에 대전체를 가까이 하면 대전체와 가까운 쪽과 먼 쪽은 각각 어떤 종류의 전기가 유도될까?

2 고무풍선을 알루미늄 막대에 가까이 가져갔을 때 힘을 받는 이유를 설명해 보자.

한 걸음 더

과정 ③에서 털가죽으로 문지른 에보나이트 막대 대신 명주 헝겊으로 문지른 유리 막대를 사용하여 과정 ④, ⑤, ⑥을 수행하면 고무풍선은 어느 쪽으로 힘을 받을까?

오른쪽 그림과 같이 (−)전하로 대전된 에보나이트 막대를 알루미늄 막대 근처에 가까이 하면, 전기력에 의해 알루미늄 막대 내부에 있는 전자가 이동한다. 즉, 전자들이 에보나이트 막대의 (−)전하에 의해 밀려나 알루미늄 막대의 왼쪽은 (−)전하, 오른쪽은 (+)전하를 띠게 된다. 이처럼 대전체를 도체에 가까이 할 때, 대전체에서 가까운 쪽은 대전체와 다른 종류의 전기를 띠고, 대전체에서 먼 쪽은 대전체와 같은 종류의 전기를 띠는 현상을 **정전기 유도**라고 한다.

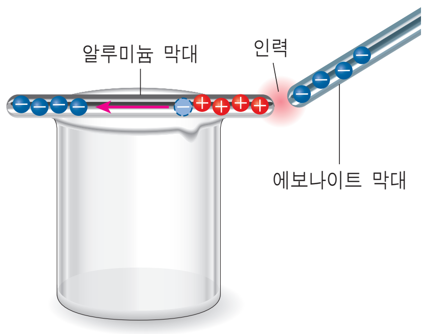


그림 Ⅰ-3 정전기 유도

이러한 정전기 유도 현상을 이용하면 물체를 마찰시키지 않고도 대전시킬 수 있다. 예를 들어, 아래 그림과 같이 붙어 있는 두 금속구의 왼쪽 편에 (+)전하를 띤 대전체를 가까이 하면 (−)전하를 띤 전자가 왼쪽 금속구 쪽으로 이동한다. 이때 대전체를 가까이 한 상태에서 두 금속구를 분리시키면 왼쪽 금속구는 (−)전하를 띠고, 오른쪽 금속구는 (+)전하를 띤다.



그림 Ⅰ-4 정전기 유도에 의한 대전

정전기 유도 현상은 도체뿐만 아니라 종잇조각이나 고무풍선, 물줄기 등의 부도체에 대전체를 가까이 할 때에도 관찰할 수 있다. 다만 이 경우에는 전자가 이동하는 것이 아니라 원자 내의 전자가 정전기력을 받아 한쪽 방향으로 치우치는 것이다.

그림 Ⅰ-5 정전기 유도 현상(부도체)_ 대전된 물체를 부도체에 가까이 할 때에도 정전기 유도 현상을 관찰할 수 있다.



검전기
금속 막대에 부착된 두 개의 금속박을 유리병 안에 넣어서 만든 기구

검전기를 이용하면 정전기 유도 현상을 쉽게 관찰할 수 있다.

전기를 띠지 않은 검전기의 금속판에 대전되지 않은 물체를 가까이 하면 금속박은 아무 변화가 없다. 그러나 대전체를 금속판에 가까이 하면 금속박이 벌어진다. 따라서 금속박을 관찰하면 금속판에 가까이 한 물체가 전기를 띠었는지 띠지 않았는지 알 수 있다.

예를 들어, (－)전하로 대전된 물체를 금속판에 가까이 하면 금속판에 있는 전자들은 척력에 의해 금속박 쪽으로 밀려난다.



그림 Ⅰ-6 검전기의 구조

따라서 (−)전하로 대전된 물체와 가까운 금속판은 (+)전하를 띠고, 상대적으로 먼 금속박은 (−)전하를 띤다. 이때 두 금속박이 모두 (−)전하를 띠므로 서로 척력이 작용하여 금속박이 벌어지는 것이다. 금속박은 대전체의 전하량이 많을수록 더 많이 벌어진다.

아래 그림은 검전기를 이용하여 대전체의 대전 상태와 정전기 유도 현상을 알아보는 과정이다.

그림 Ⅰ-7 정전기 유도(검전기)



① 전기를 띠지 않은 에보나이트 막대를 검전기의 금속판에 가까이 한다.
➡ 아무런 변화가 없다.

② 에보나이트 막대를 털가죽으로 문지른 후 검전기의 금속판에 가까이 한다. ➡ 금속박이 (−)전하로 대전되어 벌어진다.

③ 에보나이트 막대를 가까이 한 채로 손가락을 금속판에 접촉한다.
➡ 전자가 손가락으로 이동하여 금속박이 오므라든다.

④ 손가락을 금속판에서 떼고 에보나이트 막대를 치운다.
➡ 금속판과 금속박이 (+)전하로 대전되어 금속박이 벌어진다.

⑤ (−)전하로 대전된 에보나이트 막대를 다시 금속판에 가까이 가져가면서 금속박의 움직임을 관찰한다. ➡ 전자가 금속박으로 밀려나면서 금속박이 (+)전하로 대전된 정도가 약해져 오므라든다.

정전기와 우리 생활

우리는 정전기 때문에 때로 불편을 겪기도 한다. 또 정전기는 전자 제품을 만들 때 불량의 원인이 되거나 기계 오작동의 원인이 되기도 한다. 이러한 문제를 해결하기 위해 다양한 정전기 방지 제품들이 개발되었다.

다음은 우리 생활에서 정전기 때문에 일어나는 여러 가지 불편한 예와 이를 해결하기 위해 만들어진 제품들이다.

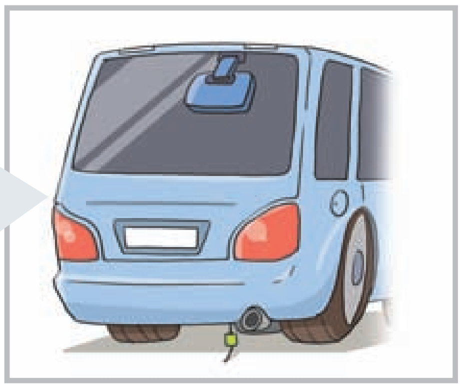
불편한 예		제품
	치마와 스타킹의 마찰에 의해 생기는 정전기 ➔ 섬유 유연제 등은 마찰 전기를 줄여 준다.	
	공기 또는 지면과의 마찰에 의해 자동차 표면에 생기는 정전기 ➔ 쇠 고리를 땅에 끌리도록 매달면 정전기가 땅으로 방전된다.	
	반도체 공장 등에서 옷이나 공기 또는 부품과의 마찰에 의해 생기는 정전기 ➔ 마찰 전기가 생기지 않도록 제작된 옷을 입는다.	

그림 Ⅰ-8 정전기와 우리 생활

한편, 정전기는 생활에 편리한 제품을 만들 수 있는 과학적 원리가 되기도 한다. 예를 들어, 정전기의 원리를 이용하면 자동차에 페인트칠을 쉽게 할 수 있다. 또 비닐 랩이나 복사기 등에 정전기의 원리가 이용되기도 한다.

자동차에 페인트칠을 할 때 페인트는 분사기를 통해 자동차에 뿌려진다. 이때 페인트 알갱이들은 분사기 입구를 통과하는 동안 마찰에 의해 (−)전하를 띤다. 자동차 표면을 (+)전하로 대전시켜 놓으면 페인트 알갱이들이 인력에 의해 자동차 표면에 골고루 달라붙게 된다.



그림 Ⅰ-9 자동차에 페인트칠하기



그림 Ⅰ-10 복사기

감겨 있던 비닐 랩을 잡아당기면 랩과 랩이 떨어지면서 전기를 띤다. 떨어져 나온 비닐 랩은 (−)전하를 띠는데 이 비닐 랩을 그릇에 가까이 하면 그릇에는 (+)전하가 유도되어 비닐 랩이 그릇에 잘 달라붙는다.

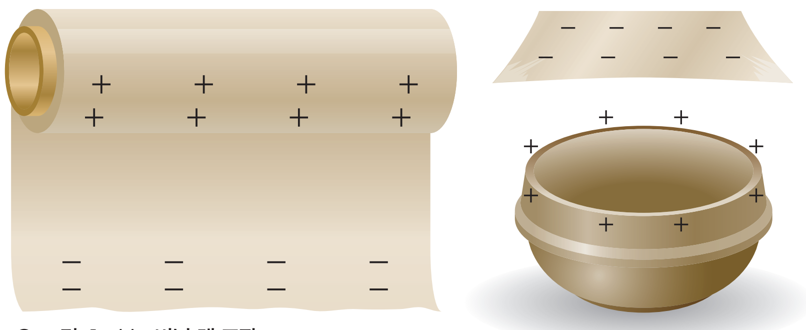


그림 Ⅰ-11 비닐 랩 포장



자기 주도 학습

개념 확인하기

정전기 유도에 의하여 검전기의 금속판과 금속박을 (+)전하로 대전시키는 방법을 설명해 보자.

개념 응용하기

감겨 있던 비닐 랩을 잡아당겨 (−)전하로 대전된 검전기에 가까이 가져가 보자. 비닐 랩이 띠고 있는 전기의 종류는 무엇인가?

과학과 생활 연관 짓기

생활 속에서 일어나는 정전기 피해를 방지하기 위하여 개발된 제품의 원리를 알아보자.

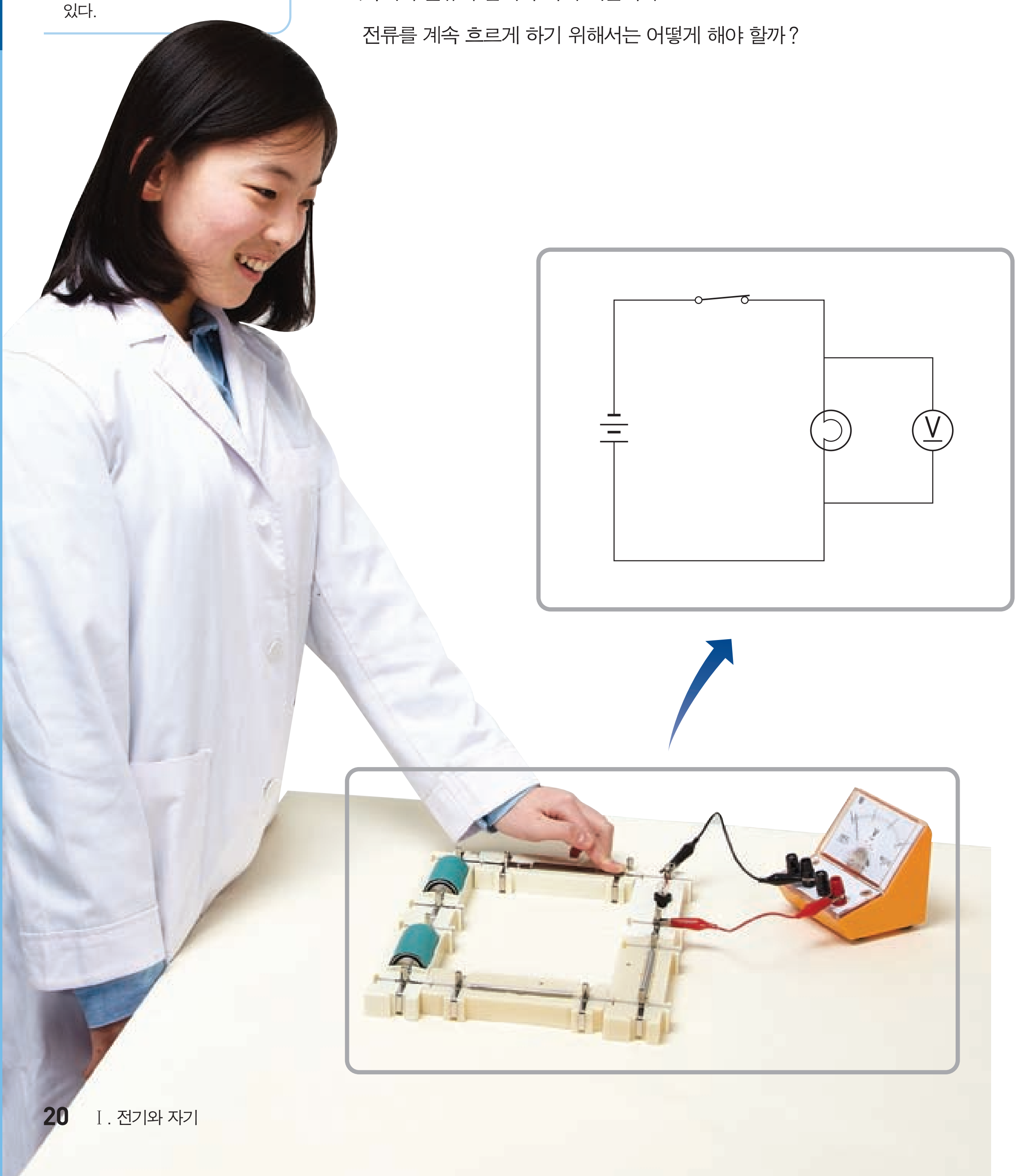
1-2 전류 · 전압 · 저항

학습 목표

- 전류를 이해하고 전류의 방향과 전자의 이동 방향에 대하여 설명할 수 있다.
- 전압과 저항의 특성을 말할 수 있다.

전구에 불을 켜기 위해서는 전지, 전선 등의 장치가 필요하다. 이러한 장치들을 연결하여 전기 회로를 구성하면 전구에 불을 켤 수 있다. 그러나 마찰이나 정전기 유도에 의해 모아 둔 정전기로는 전구에 계속 불을 켤 수 없다. 전구에 불을 계속 켜기 위해서는 계속해서 전류가 흘러야 하기 때문이다.

전류를 계속 흐르게 하기 위해서는 어떻게 해야 할까?



전류

마찰 전기나 정전기 유도를 이용하여 검전기를 (—)전하로 대전시키면 검전기에는 많은 수의 전자들이 모인다. 이렇게 전자가 많이 모여 있는 검전기에 대전되지 않은 다른 검전기를 도선으로 연결하면 어떻게 될까?

검전기에 모여 있는 전자들은 서로 척력이 작용하고 있으므로 이동할 수 있는 길만 있으면 빠져나가려고 한다.

따라서 전선을 연결하고 스위치를 닫으면, 일부 전자들은 도선을 따라 대전되지 않은 검전기의 금속박으로 이동한다. 검전기의 금속박이 벌어지는 것을 보고 전자가 이동했다는 사실을 알 수 있다.

이와 같이 전자들이 도선을 따라 이동할 때 전하가 흐른다고 하며, 이러한 전하의 흐름을 **전류**라고 한다.

잠깐 체크 전하의 흐름을 무엇이라고 하는가?



그림 Ⅰ-12 검전기에서 전자의 이동

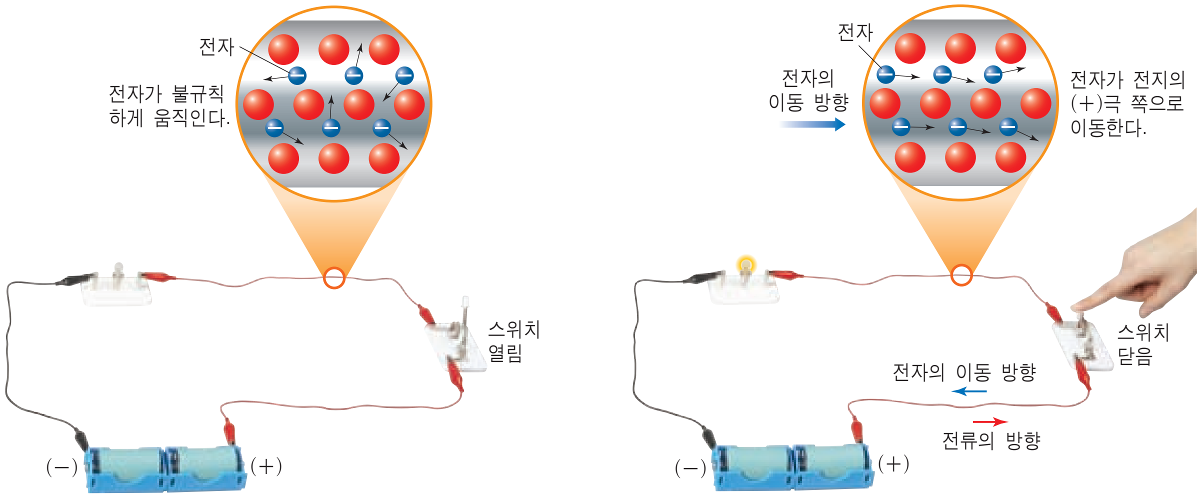


그림 Ⅰ-13 회로에서 전자의 이동

더 자세히

전류의 방향은 전자의 존재를 모르던 때에 전지의 (+)극에서 (−)극으로 흐른다고 정의한 것이 굳어져 지금까지 바뀌지 않았다.

위의 회로에서 스위치를 닫으면 전구에 불이 켜진다. 전구에 불이 켜지는 것은 전자들이 전구를 통과하여 이동하면서 일을 하였기 때문이다.

전지와 전구, 스위치를 도선으로 연결하였지만 스위치를 닫지 않으면 전자들은 도선 속에서 불규칙하게 이리저리 움직인다. 그러나 스위치를 닫으면 전자들은 전지의 (−)극에서 나와 (+)극 쪽으로 이동한다. 이때 전류는 전지의 (+)극에서 (−)극으로 흐른다고 정한다. 즉, 전류의 방향은 전자의 이동 방향과 반대이다.

생활 주변에서 볼 수 있는 여러 가지 전기용품도 스위치를 닫으면 작동한다. 이것은 전기용품에도 위의 회로와 같은 방식으로 전류가 흐르기 때문이다.

한편, 1초 동안 도선의 한 단면을 통과하는 전하의 양을 전류의 세기라고 하며, 단위는 **A(암페어)**를 사용한다.

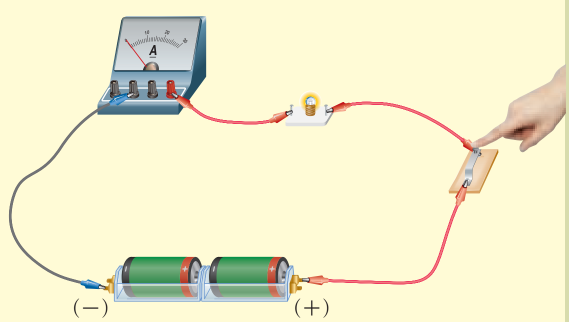
전류의 단위

A(암페어), mA(밀리암페어)

1 A=1,000 mA

미•니•탐•구 전류의 세기 측정

전류의 세기는 전류계를 사용하여 측정한다. 그림과 같이 전구의 왼쪽에 전류계를 연결하여 전류를 측정해 보자.



물음 1 전류의 세기는 몇 A인가?

2 전구의 오른쪽에 전류계를 연결하고 전류를 측정하면 전류의 세기는 어떻게 될까?

전압

아래 그림 Ⅰ－14와 같이 물의 높이를 다르게 한 두 개의 물통이 있다. 이 물통의 아랫부분을 관으로 연결하면 물의 높이가 같아질 때까지 물이 흐른다. 이때 물을 흐르게 하는 것은 물의 높이 차에 의한 압력 때문이다. 그리고 그림 Ⅰ－15와 같이 펌프를 장치하여 물의 높이 차이를 계속 유지해 주면 물을 계속 흐르게 할 수 있다.

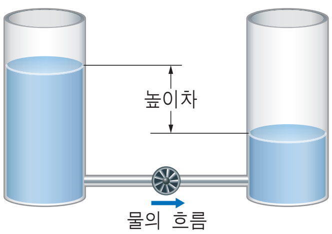


그림 Ⅰ-14 일시적인 물의 흐름_ 높은 곳에서 낮은 곳으로 물이 흐르다가 물의 높이가 같아지면 물은 더 이상 흐르지 않는다.

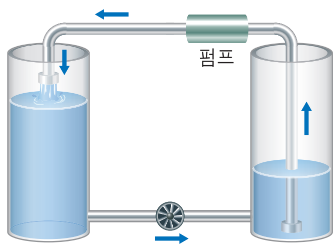


그림 Ⅰ-15 연속적인 물의 흐름_ 펌프를 연결하여 물을 처음 위치로 옮겨 주면 물은 높이 차이를 유지하여 계속 흐를 수 있다.

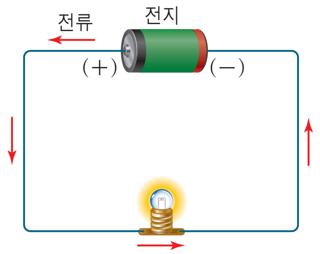


그림 Ⅰ-16 연속적인 전류_ 연속적인 물의 흐름과 마찬가지로 전지가 펌프의 역할을 하여 전류가 계속 흐를 수 있다.

전류를 계속 흐르게 하기 위해서는 물과 마찬가지로 펌프와 같은 역할을 하는 장치가 필요하다. 전기 회로에서 펌프와 같은 역할을 하는 것이 전지이다. 그림 Ⅰ-16과 같이 전기 회로에서 전지와 전구를 도선으로 연결하면 전지가 전류를 계속 흐르게 한다.

이와 같이 물기둥의 높이 차이에 의한 물의 압력을 수압이라고 하듯이 전류를 흐르게 하는 전기적인 압력을 전압이라고 한다. 전압의 단위는 **V(볼트)**를 사용한다.

잠깐 체크 전류가 흐를 수 있도록 하는 능력을 무엇이라고 하는가?

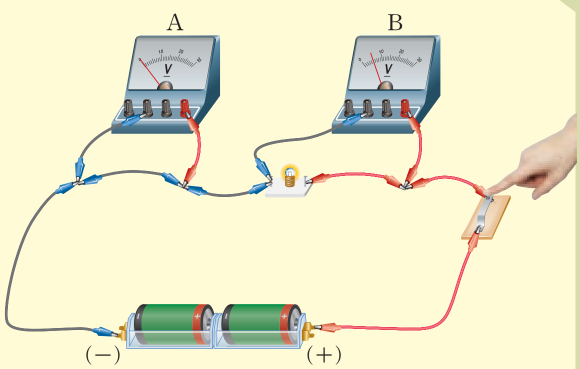
미•니•탐•구 전압의 세기 측정

전압은 전압계를 사용하여 측정한다.

① 전지와 전구를 도선으로 연결한다.

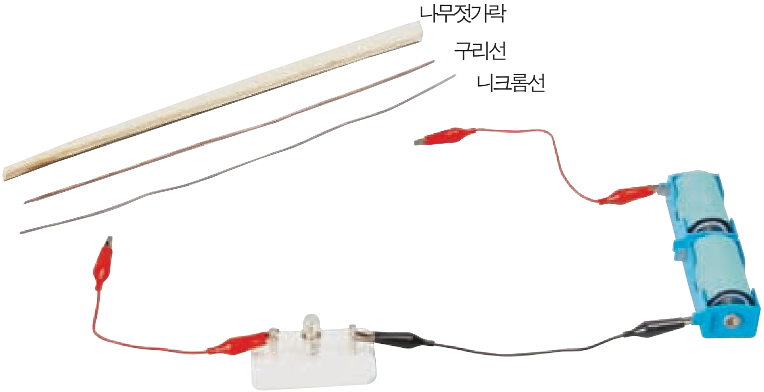
② 그림과 같이 전압계 A는 도선에 걸리는 전압을, 전압계 B는 전구에 걸리는 전압을 잴 수 있도록 연결한다.

③ 스위치를 닫고 각각의 전압계 A, B의 눈금을 읽는다.



물음 **1** 전압계 A, B에서 전압은 각각 몇 V인가?

2 어느 곳의 전압이 더 큰가?



◉ 그림 Ⅰ-17 저항의 크기 비교

저항

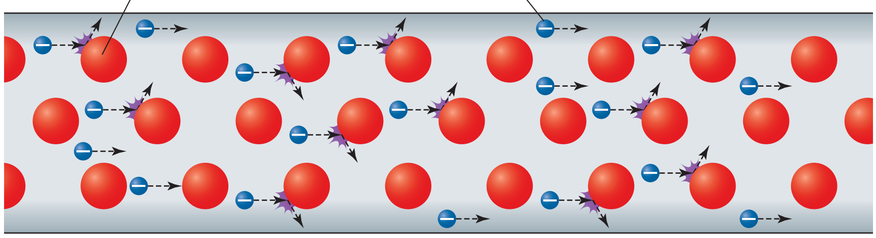
물질 중에는 은이나 구리처럼 전기가 잘 통하는 것도 있지만 고무나 나무처럼 전기가 잘 통하지 않는 것도 있다.

왼쪽 그림과 같이 전지와 전구를 도선으로 연결하고 도선 사이에 나무젓가락, 구리선, 니크롬선을 차례로 연결하면 전구의 밝기는 어떻게 될까?

이 회로에서 도선 사이에 구리선을 연결하면 전구가 밝게 켜지고 니크롬선을 연결하면 전구의 밝기가 약해지며, 나무젓가락을 연결하면 불이 켜지지 않는다.

전구의 밝기가 다른 이유는 물질의 종류에 따라 전류의 흐름을 방해하는 정도가 다르기 때문이다. 전류의 흐름을 방해하는 정도를 **저항**이라고 하며, 저항이 클수록 전류는 잘 흐르지 못한다.

저항이 생기는 원인은 물질 속에서 움직이는 전자가 물질을 이루고 있는 원자와 충돌하기 때문이다. 이때 저항의 크기는 물질의 종류, 길이, 단면적 등에 따라 달라진다.

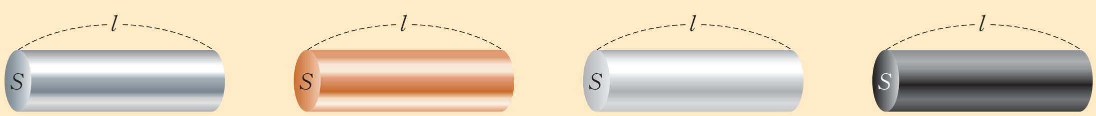


◉ 그림 Ⅰ-18 저항이 생기는 이유_전자들이 도선을 지나갈 때, 원자와 충돌하기 때문이다.

잠깐 체크 전류의 흐름을 방해하는 정도를 무엇이라고 하는가?

과학 자료실 물질들의 저항 비교

단면적이 S이고 길이가 l인 다음 네 물질 중 전기가 가장 잘 통하는 물질은 무엇일까?



네 물질의 저항을 비교해 보면, 은이 가장 작고 구리, 니크롬선 순으로 저항이 크다. 고무는 금속에 비해 저항이 매우 크다. 따라서 은에서 전류가 가장 잘 흐르고 고무에서는 전류가 거의 흐르지 못한다. 이렇듯 같은 모양이라도 물질의 종류에 따라 저항이 다르므로 전류가 흐르는 정도가 달라진다.

저항의 단위는 Ω(옴)을 사용하여 나타낸다. 저항은 저항의 길이(l)가 길수록, 단면적(S)이 작을수록 커진다. 예를 들어, 저항의 길이를 2배 길게 하면 저항은 2배 증가하고, 단면적을 2배로 크게 하면 저항은 $\frac{1}{2}$배로 줄어든다. 이것은 저항의 길이가 길어지면 전자가 원자들과 더 많이 충돌하고, 단면적이 커지면 전하를 운반하는 전자의 수가 많아지기 때문이다.

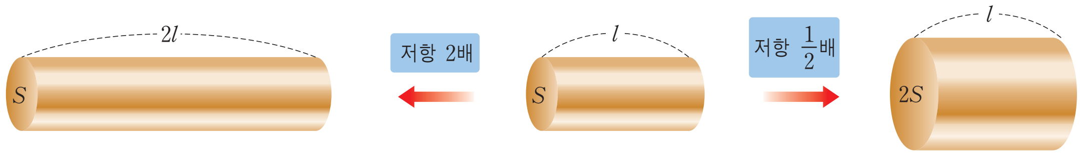
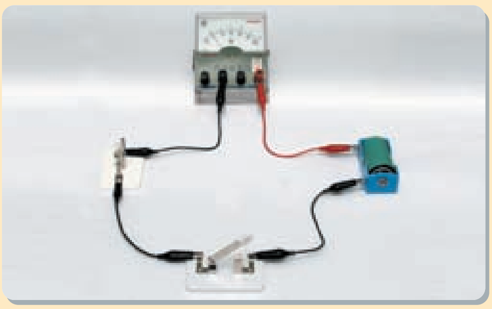
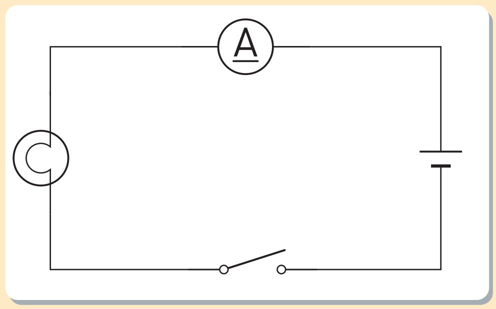


그림 Ⅰ-19 저항의 크기 변화

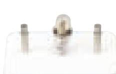
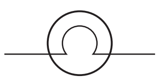
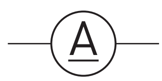
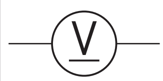
과학자료실 전기 기구와 기호

기호를 사용하여 전기 회로를 그린 것을 전기 회로도라고 한다. 전기 기구가 복잡하게 연결된 실제 회로를 간단한 기호로 나타내면 실제 회로를 쉽게 이해할 수 있다.





전기 회로와 전기 회로도

명칭	전지	스위치	전구	저항	전류계	전압계
전기 기구						
기호						

전기 기구와 기호

자기 주도 학습

개념 확인하기

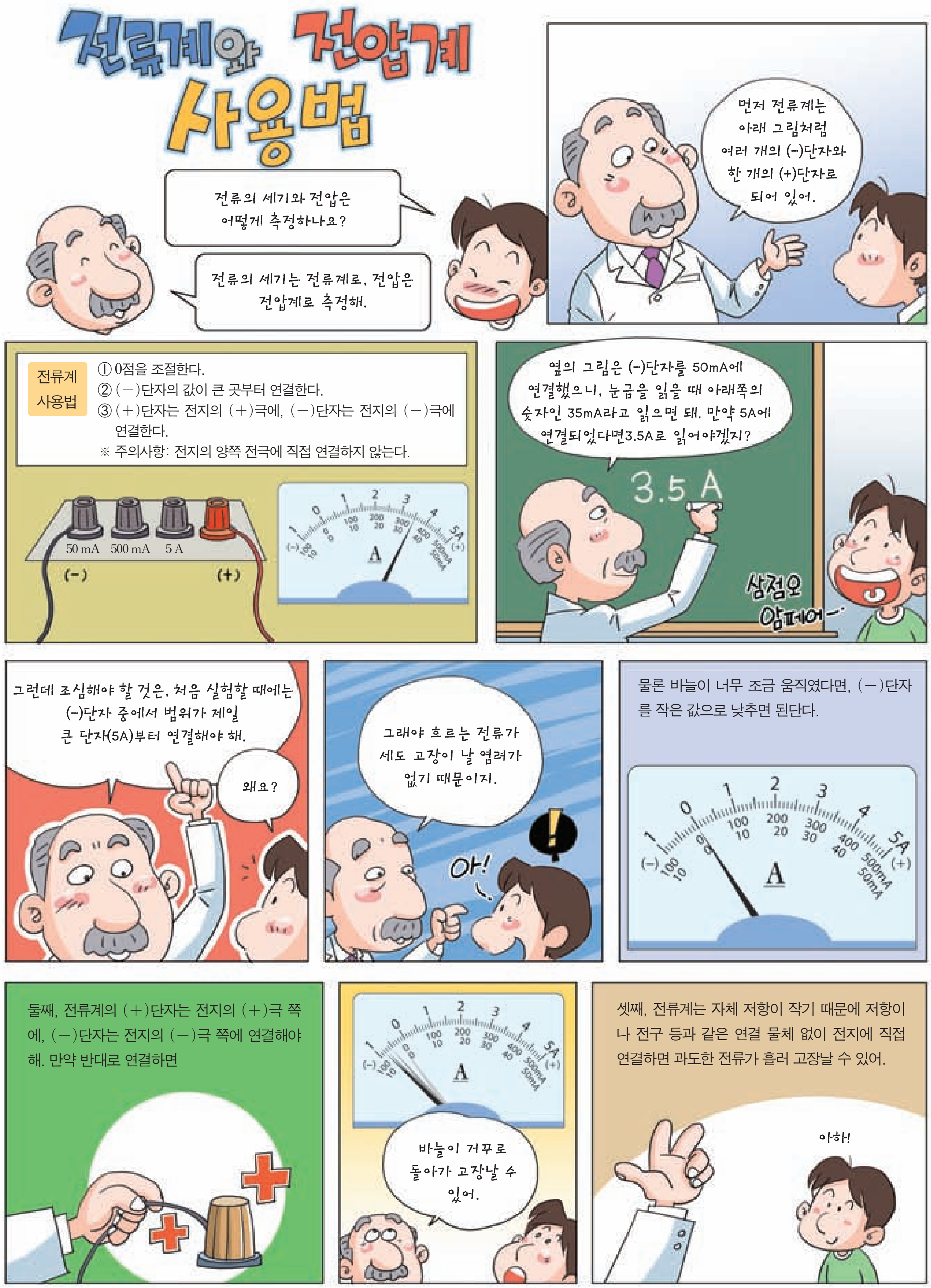
도체에 전류가 흐를 때 전자들의 움직임에 대하여 설명해 보자.

생활 속 문제 해결하기

전열기에서 열이 발생하는 저항을 $\frac{1}{2}$만큼 잘라 사용하면 저항의 크기는 어떻게 달라지는지 생각해 보자.

과학과 기술 연관 짓기

저항을 매우 작게 만들어 전류를 잘 흐르게 하는 초전도 물질에 대하여 알아보자.


전류계와 전압계 사용법
전류의 세기와 전압은 어떻게 측정하나요?
전류의 세기는 전류계로, 전압은 전압계로 측정해.
먼저 전류계는 아래 그림처럼 여러 개의 (-)단자와 한 개의 (+)단자로 되어 있어.
전류계 사용법
① 0점을 조절한다.
② (－)단자의 값이 큰 곳부터 연결한다.
③ (＋)단자는 전지의 (＋)극에, (－)단자는 전지의 (－)극에 연결한다.
※ 주의사항: 전지의 양쪽 전극에 직접 연결하지 않는다.
50 mA 500 mA 5 A
(-) (+)
A
옆의 그림은 (-)단자를 50mA에 연결했으니, 눈금을 읽을 때 아래쪽의 숫자인 35mA라고 읽으면 돼. 만약 5A에 연결되었다면3.5A로 읽어야겠지?
3.5 A
삼점오 암페어~
그런데 조심해야 할 것은, 처음 실험할 때에는 (-)단자 중에서 범위가 제일 큰 단자(5A)부터 연결해야 해.
왜요?
그래야 흐르는 전류가 세도 고장이 날 염려가 없기 때문이지.
아!
물론 바늘이 너무 조금 움직였다면, (－)단자를 작은 값으로 낮추면 된단다.
둘째, 전류계의 (＋)단자는 전지의 (＋)극 쪽에, (－)단자는 전지의 (－)극 쪽에 연결해야 해. 만약 반대로 연결하면
바늘이 거꾸로 돌아가 고장날 수 있어.
셋째, 전류계는 자체 저항이 작기 때문에 저항이나 전구 등과 같은 연결 물체 없이 전지에 직접 연결하면 과도한 전류가 흘러 고장날 수 있어.
아하!





• 전류계의 연결

① 0점 조절 나사: 0점 조절을 한다.

② 전류계에는 최대 전류값에 따라 읽을 수 있는 눈금값이 표시되어 있다.

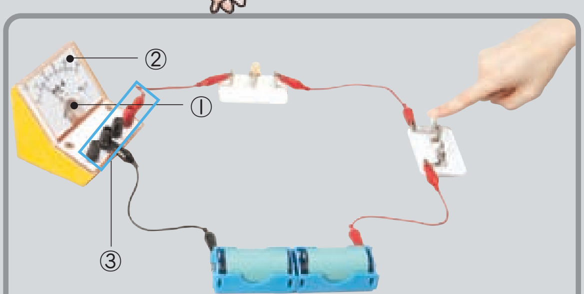
③ (−)단자에는 그 단자에 연결하여 측정할 수 있는 최대 전류값이 표시되어 있다.

• 전압계의 연결

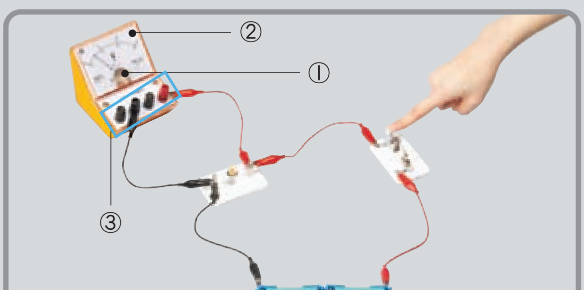
① 0점 조절 나사: 0점 조절을 한다.

② 전압계에는 최대 전압값에 따라 읽을 수 있는 눈금값이 표시되어 있다.

③ (−)단자에는 그 단자에 연결하여 측정할 수 있는 최대 전압값이 표시되어 있다.



전류계의 연결



전압계의 연결

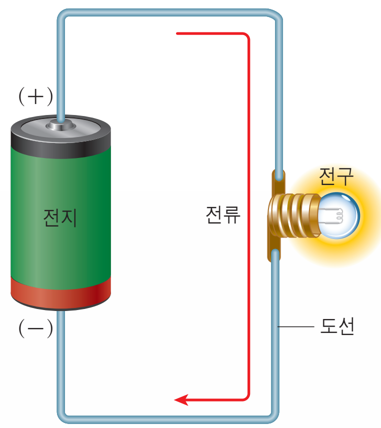
1-3 옴의 법칙

학습 목표

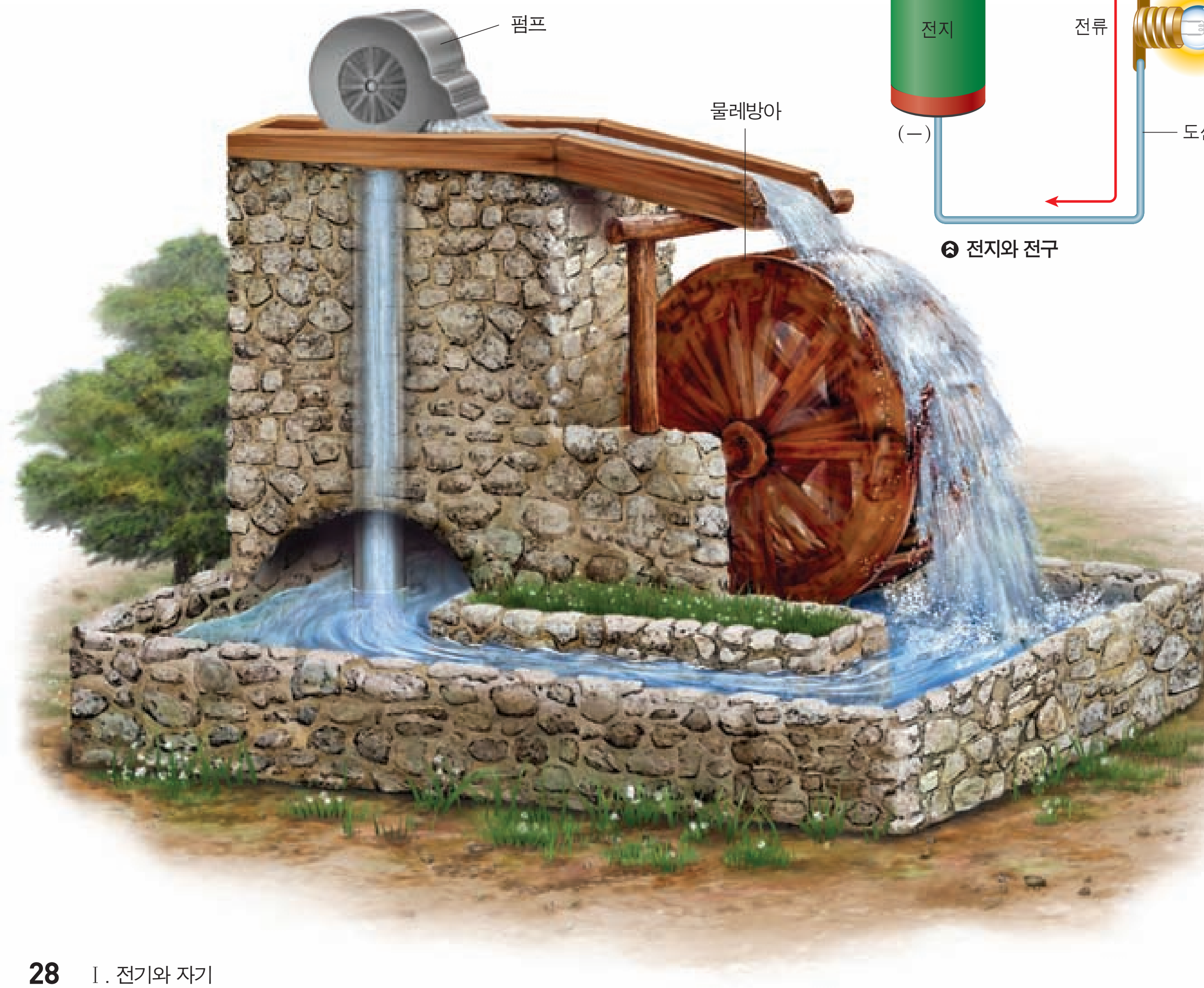
- 전류, 전압, 저항 사이의 관계를 설명할 수 있다.
- 저항의 직렬 연결과 병렬 연결의 특징을 설명할 수 있다.

아래 그림과 같이 펌프로 물을 길어 올려 수압을 유지하면서 물을 흘려보내면 물레방아를 계속하여 돌릴 수 있다. 이와 마찬가지로 전지로 전압을 유지하면서 전류를 흘려보내면 전구에 계속하여 불을 켤 수 있다. 이때 수압이 크면 많은 양의 물이 흐르게 되는 것처럼 전압이 크면 전류가 많이 흐를 수 있다. 반면에, 전기 저항이 크면 전류가 적게 흐른다.

이처럼 전류의 세기는 전압, 저항과 관련하여 변한다. 전류와 전압, 전류와 저항은 어떤 관계가 있을까?



Ⓐ 전지와 전구

Ⓑ 펌프와 물레방아


전류, 전압, 저항의 관계

전압은 전류를 잘 흐르게 하고, 전기 저항은 전류의 흐름을 방해한다. 그러면 전압에 따라 전류의 세기는 어떻게 변하는지 알아보자.

해 보기 전압과 전류의 관계 실험

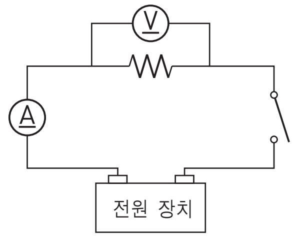
|과정 및 결과|

❶ 그림과 같이 전원 장치, 전류계, 전압계, 니크롬선, 스위치를 집게 도선으로 연결한다.

❷ 전원 장치의 전압을 조절하여 니크롬선에 걸리는 전압을 2 V가 되게 하고, 니크롬선에 흐르는 전류의 세기를 측정한다.

❸ 전압의 세기를 4 V, 6 V, 8 V, 10 V로 늘리면서 전류의 세기를 측정한다.

전압(V)	0	2	4	6	8	10
전류(A)						





|해석|

1 전압을 크게 하면 전류의 세기는 어떻게 변하는가?

2 각각의 전압을 전류의 세기로 나눈 값은 얼마인가?

과학자료실 전원 장치의 사용법

전원 장치는 전압과 전류를 조절할 수 있게 만든 장치로서 일정한 전압이나 전류를 오랜 시간 유지할 수 있어 실험할 때 편리하게 이용된다.

① 전원 장치가 꺼진 상태에서 전압 조절기와 전류 조절기를 돌려 0점 조절을 한다.
② (+)단자와 (−)단자에 각각 도선을 연결한다.
③ 전압 조절기와 전류 조절기를 돌려 필요한 전압 또는 전류로 조절한다.
④ 실험이 끝나면 전압 조절기와 전류 조절기로 0점 조절을 한 후에 전원을 끈다.



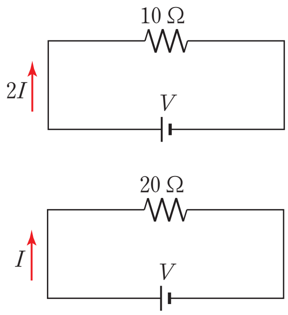


그림 Ⅰ-20 저항과 전류

전원 장치에 니크롬선을 연결하고 니크롬선에 걸리는 전압을 2배, 3배로 높이면 니크롬선에 흐르는 전류의 세기도 2배, 3배로 증가한다. 이처럼 저항에 걸리는 전압을 증가시키면 전류의 세기는 전압에 비례하여 증가한다.

저항이 다른 두 저항체에 같은 전압을 걸어 주면 전류는 저항에 따라 달라진다. 예를 들어, 저항이 10 Ω과 20 Ω인 두 저항에 같은 전압을 걸고 전류를 측정해 보면 10 Ω의 저항에 2배의 전류가 흐른다. 즉, 전류의 세기는 저항에 반비례한다.

각각의 저항에 전압을 높여 가면서 전류를 측정하면 왼쪽 그래프와 같은 모양이 된다.

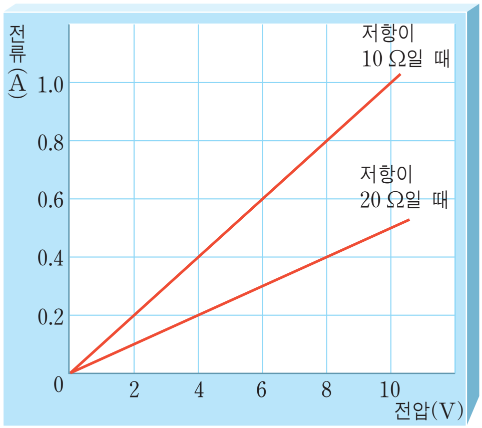


그림 Ⅰ-21 저항에 따른 전류의 세기

이 그래프에서 알 수 있듯이 저항이 일정할 때 전류의 세기는 전압에 비례하고 전압이 일정할 때 전류의 세기는 저항에 반비례한다.

이러한 전류와 전압, 저항의 관계를 **옴의 법칙**이라고 한다.

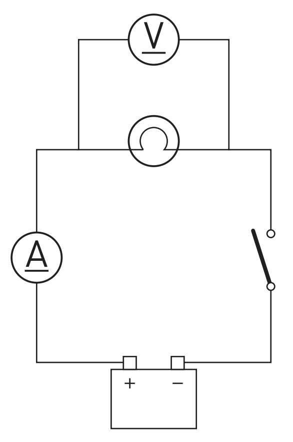
$$\text{전류}(I)=\frac{\text{전압}(V)}{\text{저항}(R)}$$

잠깐 체크 어떤 니크롬선에 걸어 주는 전압을 2배로 하면 전류의 세기는 몇 배가 될까?

수학 적용하기 — 전구의 저항 구하기

창의 · 인성

〔문제〕 현호는 전구의 저항을 알아보기 위하여 그림과 같이 전원 장치에 전구를 연결하고 전압과 전류를 측정하였다. 12 V의 전압을 걸어 주었을 때 0.3 A의 전류가 흘렀다면 이 전구의 저항은 몇 Ω일까?



〔해결〕

- 주어진 조건 — 전구에 가한 전압=12 V
  전구에 흐른 전류=0.3 A
- 알고 있는 것 — 옴의 법칙: $\text{전류}(I)=\frac{\text{전압}(V)}{\text{저항}(R)}$
- 알고 싶은 것 — 전구의 저항
- 문제 해결 과정 — 옴의 법칙 적용: 전압=전류×저항
  12 V=0.3 A×저항
  $\text{저항}=\frac{12\text{ V}}{0.3\text{ A}}=40\,\Omega$

저항의 직렬 연결

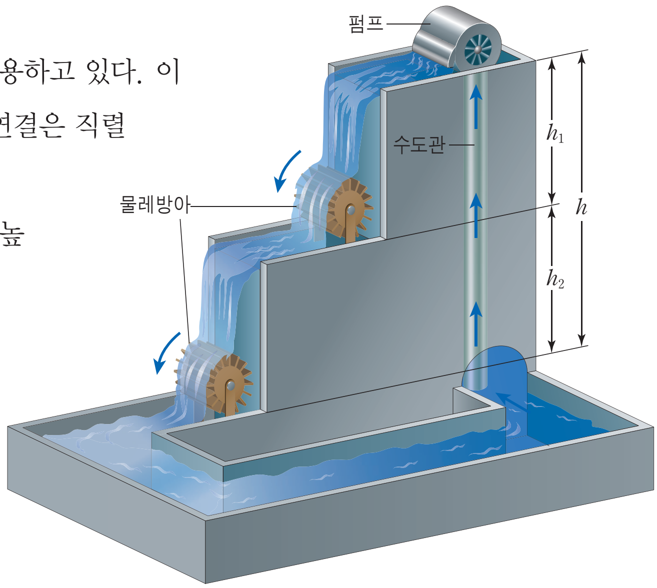


그림 Ⅰ-22 물레방아의 직렬 연결

우리는 일상생활에서 많은 전기 기구를 연결하여 사용하고 있다. 이때 전기 저항은 복잡하게 연결되어 있지만 기본적인 연결은 직렬 연결과 병렬 연결이다.

먼저 직렬 연결은 오른쪽 그림과 같이 펌프로 물을 높은 곳으로 끌어 올린 후 물을 떨어뜨리면서 두 물레방아를 차례대로 돌리는 경우와 비슷하다.

끌어 올린 물은 h_1만큼 떨어지면서 첫 번째 물레방아를 돌리고, h_2만큼 떨어지면서 두 번째 물레방아를 돌린다. 이때 펌프와 물레방아를 통과하는 물의 양은 같고, 전체 높이 h는 h_1과 h_2의 합과 같다.

$$h=h_1+h_2$$

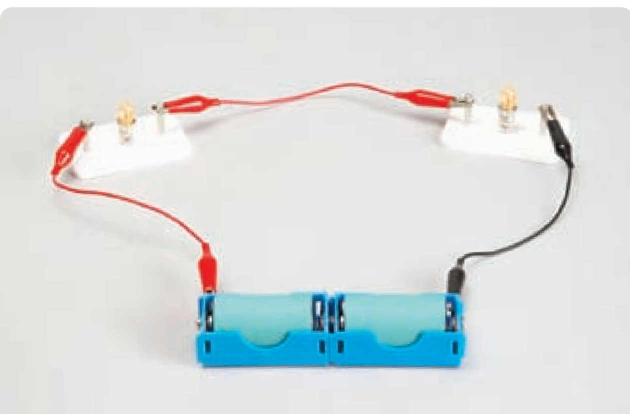
물의 흐름을 전류, 펌프를 전지, 물의 높이를 전압, 물레방아를 저항이라고 생각하고 저항 R_1과 R_2가 전압이 V인 전원에 직렬로 연결된 경우를 살펴보자.

물레방아가 직렬로 연결되어 있을 때 첫 번째 물레방아와 두 번째 물레방아에 흐르는 물의 양은 같다. 이와 마찬가지로, 저항 R_1과 R_2를 직렬로 연결하면 하나의 통로로 같은 양의 전류가 흐르므로 전체 전류와 각 저항에 흐르는 전류의 세기는 같다.

$$I=I_1=I_2$$

또 전체 물의 높이는 각각의 물레방아에 떨어지는 물의 높이의 합과 같다. 마찬가지로, 전체 전압은 각 저항에 걸리는 전압 V_1, V_2의 합과 같다.

$$V=V_1+V_2$$


그림 Ⅰ-23 저항의 직렬 연결

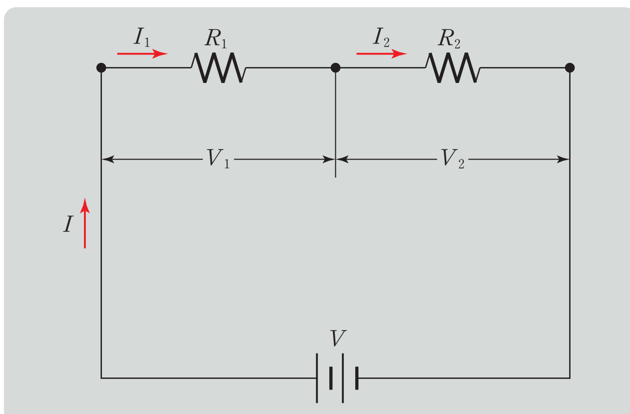


그림 Ⅰ-24 저항의 직렬 연결 회로도

저항의 직렬 연결

1. 각 저항에 흐르는 전류의 세기는 같다.
2. 저항이 길어졌으므로 저항이 증가한다.

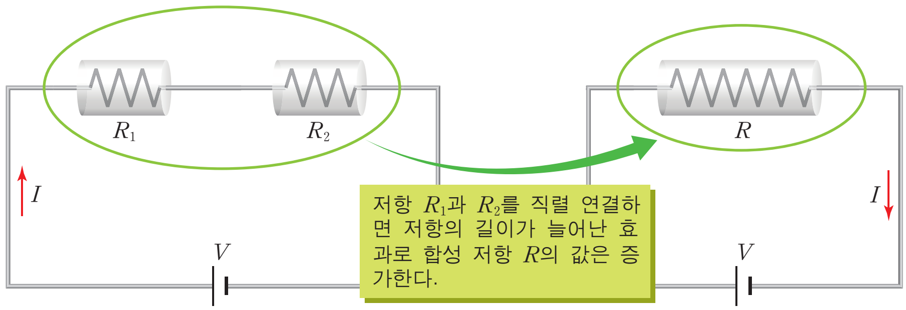


그림 Ⅰ-25 직렬 연결된 두 저항의 합성 저항

각 저항에 걸리는 전압과 전류

R_1에 걸리는 전압과 전류는 각각 V_1, I_1이고, R_2에 걸리는 전압과 전류는 각각 V_2, I_2이다.

두 저항 R_1, R_2가 연결된 것과 같은 효과를 내는 하나의 저항을 **합성 저항**이라고 한다. 합성 저항을 R라고 하면 두 저항 R_1과 R_2가 직렬 연결된 회로의 회로도는 위 그림과 같고, 각 저항에 옴의 법칙을 적용하여 정리하면 다음과 같다.

$$V=V_1+V_2 \quad \text{또는} \quad IR=I_1R_1+I_2R_2$$

이때 전류 I, I_1, I_2는 모두 같으므로 합성 저항 R는 다음과 같다.

$$R=R_1+R_2$$

즉, 저항을 직렬로 연결하면 전체 저항은 저항을 연결한 만큼 증가한다.

잠깐 체크 저항을 직렬로 연결하면 전체 저항이 증가하는 이유는 무엇인가?

저항의 병렬 연결

병렬 연결은 아래 그림과 같이 펌프로 물을 높은 곳으로 끌어 올린 후 물을 두 갈래로 나누어 떨어뜨리면서 두 물레방아를 동시에 돌리는 경우와 비슷하다.

끌어 올린 물은 두 갈래로 나뉘어 떨어지면서 물레방아 두 개를 동시에 돌린 후 다시 합쳐서 흐른다. 이때 두 물줄기에 흐르는 물의 양을 더하면 처음 펌프로 끌어 올린 물의 양과 같고, 두 물줄기가 떨어진 높이는 펌프로 끌어 올린 물의 높이와 같다.

$$h=h_1=h_2$$

이와 같은 물의 흐름을 저항 R_1과 R_2가 전압이 V인 전원에 병렬로 연결된 경우와 비교하여 살펴보자.

두 물레방아로 물이 각각 나뉘어 흐르므로 두 물레방아에 흐르는 물의 양을 더하면 처음에 펌프로 끌어 올린 물의 양과 같다.

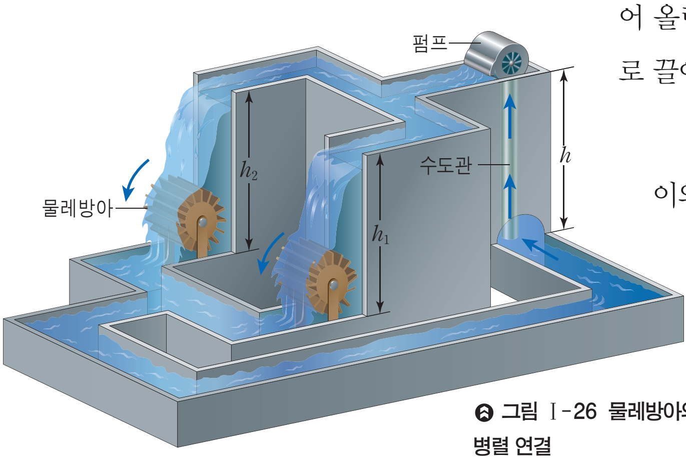


그림 Ⅰ-26 물레방아의 병렬 연결

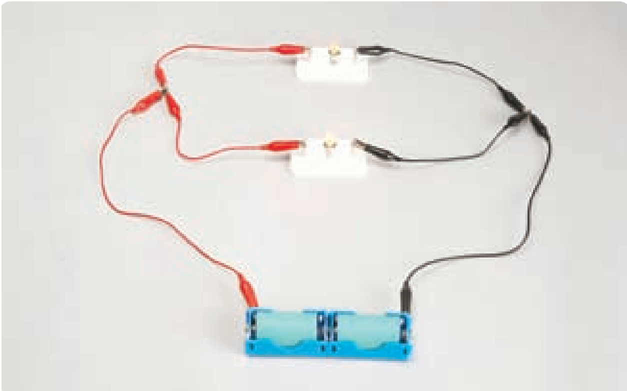


그림 Ⅰ-27 저항의 병렬 연결

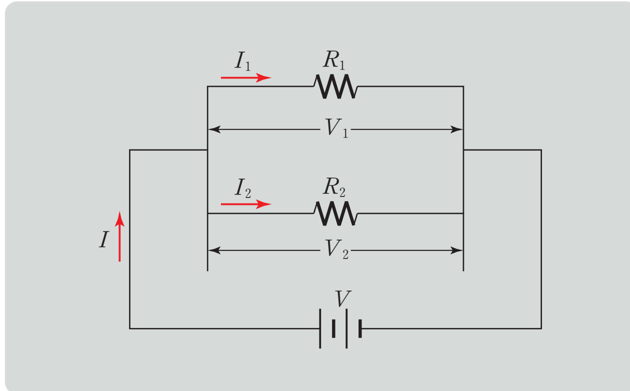


그림 Ⅰ-28 저항의 병렬 연결 회로도

마찬가지로 저항 R_1과 R_2를 병렬로 연결하면 두 개의 통로로 전류가 흐르므로 각 저항에 흐르는 전류의 세기를 더하면 전체 전류 I와 같다.

$$I=I_1+I_2$$

또 각각의 물레방아에 떨어지는 물의 높이는 펌프로 처음에 끌어 올린 물의 높이와 같다. 전압도 마찬가지로 각 저항에 걸리는 전압 V_1, V_2는 전체 전압 V와 같다.

$$V=V_1=V_2$$

병렬로 연결한 두 저항 R_1, R_2의 합성 저항을 R라고 하고, 각 저항에 옴의 법칙을 적용하여 정리하면 다음과 같다.

$$I=I_1+I_2 \quad \text{또는} \quad \frac{V}{R}=\frac{V_1}{R_1}+\frac{V_2}{R_2}$$

이때 전압 V, V_1, V_2는 모두 같으므로 합성 저항 R는 다음과 같다.

$$\frac{1}{R}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}$$

즉, 저항을 병렬로 연결하면 전체 저항은 연결된 저항 중 어느 하나보다도 작아진다.

저항의 병렬 연결
1. 각 저항에 걸리는 전압은 같다.
2. 저항선이 굵어졌으므로 저항이 감소한다.

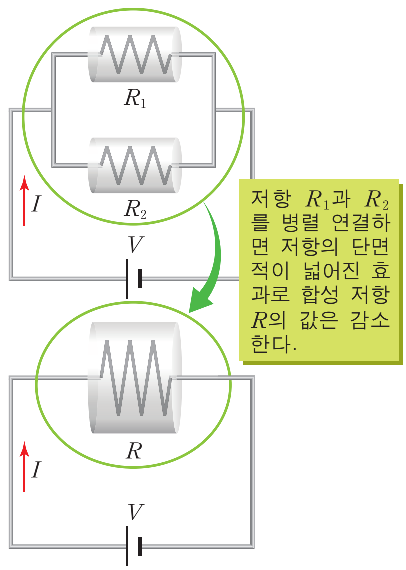


그림 Ⅰ-29 병렬 연결된 두 저항의 합성 저항

잠깐 체크 20 Ω의 저항과 30 Ω의 저항을 병렬로 연결하면 합성 저항은 얼마인가?

자기 주도 학습

개념 확인하기
'전류의 세기는 전압에 비례하고 저항에 반비례한다.'는 무슨 법칙인가?

개념 응용하기
여러 가지 물체에 같은 전압을 걸어주어도 전류가 다르게 흐르는 이유는 무엇인가?

생활 속 문제 해결하기
하나의 콘센트에 여러 개의 전기 기구를 연결하면 위험한 이유를 알아보자.

1-4 전기 에너지

학습 목표

- 전기 에너지가 다른 형태의 에너지로 전환되는 예를 말할 수 있다.
- 전기 에너지를 소비 전력과 관련지어 설명할 수 있다.

전기는 오늘날 일상생활에서 가장 많이 사용하면서 매우 편리하게 이용되고 있는 에너지이다. 전기는 이용 과정에서 공해가 발생하지 않고 전선을 통해 멀리 떨어진 곳까지도 쉽게 보낼 수 있으며, 빛에너지 · 열에너지 · 역학적 에너지와 같은 다양한 에너지로 쉽게 전환할 수 있다는 장점도 있다.

만약 정전이 되어 전기 공급이 중단된다면 우리 생활은 어떻게 될까?



전기 에너지의 이용



전기 에너지의 전환

우리는 어둠을 밝히기 위해 전등을 켜고 난방을 위해 전열기를 가동하기도 한다. 또한 텔레비전을 시청하거나 휴대 전화를 이용하여 다른 사람과 통화를 하기도 하며, 전철을 타고 이동하는 등 일상생활에서 매우 다양하게 전기 에너지를 이용하고 있다. 이때 사용하는 대부분의 전기 기구들은 전기 에너지를 다른 에너지로 전환시키는 역할을 한다.

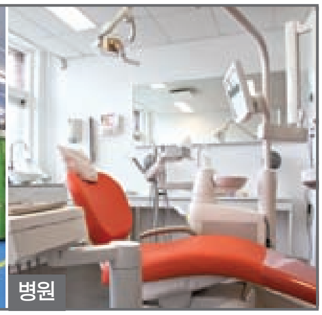
전기 에너지는 어떤 에너지로 전환될 수 있는지 알아보자.

해 보기 전기 에너지의 전환 조사

아래 그림과 같이 우리 주변에서 사용되는 여러 가지 전기 기구들을 조사해 보고, 이들 전기 기구에서 전기 에너지는 어떤 에너지로 전환되는지 알아보자.


박물관


공장


병원

|과정|

❶ 3~4명으로 모둠을 구성하고 역할을 분담한다.

❷ 집이나 학교, 놀이공원, 병원, 공장 등 주변의 여러 장소 중 하나를 정하여 그곳에서 사용되는 여러 가지 전기 기구들을 조사한다.

❸ 선정한 전기 기구에서 에너지는 어떻게 전환되는지 알아보고 그 원리를 조사한다.

|결과| 창의 · 인성

아래와 같은 양식으로 보고서를 작성하고, 작성한 내용을 모둠별로 발표한다.

- 활동 장소:
- 전기 기구:
- 어떤 에너지로 전환될까?:
- 원리는?:
- 어디에 이용될까?:
- 이 전기 기구가 없다면?:


놀이공원

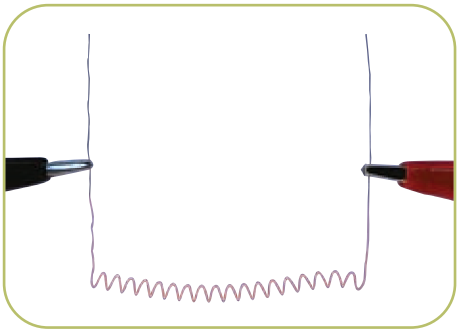


그림 Ⅰ-30 **열이 발생하는 니크롬선**_ 니크롬선 양단에 전압을 걸어 전류를 흐르게 하면 니크롬선이 뜨겁게 달궈진다.

전기 에너지를 사용한다는 것은 전류가 일을 한다는 사실을 의미하는데, 전류가 하는 대표적인 일은 **열작용**에 의해 전기 에너지를 열에너지로 전환하는 것이다. 열작용이란 금속과 같은 물질에 전류가 흐를 때 저항에 의해 열이 발생하는 것을 말한다. 이러한 작용에 의해 전기다리미, 전기난로, 전기밥솥, 전기 주전자, 헤어드라이어 등에서 전기 에너지는 열에너지로 전환된다. 또한 발열 부분의 온도를 높게 하면 빛이 나오는데 전구와 같은 조명 장치는 이러한 원리를 이용한 것이다. 따라서 전구에서는 전기 에너지가 열에너지와 빛에너지로 전환된다.

한편, 전기 에너지는 운동 에너지나 위치 에너지와 같은 역학적 에너지로 전환되기도 한다. 예를 들어 전동기는 세탁기, 선풍기, 엘리베이터 등 전기 에너지를 역학적 에너지로 전환시키는 대부분의 기구에 들어 있는 핵심 장치이다.

휴대용 전자 제품에 사용되는 배터리를 충전할 때에는 전기 에너지가 화학 에너지로 전환된다. 화학 에너지로 전환된 전기 에너지는 다시 빛에너지, 소리 에너지, 운동 에너지 등 여러 종류의 에너지로 전환된다.

전기 에너지가 다른 에너지로 전환될 때에 한 종류의 에너지로만 전환되는 것은 아니다. 예를 들어, 텔레비전과 같은 경우에는 전기 에너지가 빛에너지와 소리 에너지로 전환되며, 전류가 흐르는 회로의 저항 때문에 열에너지로의 전환도 함께 일어난다.

잠깐 체크 전기 에너지를 역학적 에너지로 전환시키는 장치에는 무엇이 있을까?

이미지 사이언스 압전 효과

별도의 건전지 없이 손으로 누르는 것만으로도 전기가 발생하는 물질이 있다면 매우 편리할 것이다. 이것을 압전 현상 또는 압전 효과라고 하는데, 1880년에 프랑스의 피에르와 자크가 석영을 가지고 실험하다가 최초로 발견하였다고 한다. 즉, 석영과 같은 결정 물질에 결정축 방향으로 압력을 가하면 결정의 표면에 전압이 생긴다.

우리 주변에서 압전 효과를 이용한 장치에는 손으로 돌려 불을 켜는 점화 장치와 압력 센서가 내장된 전자 저울 등이 있다.



전자 저울

소비 전력

일상생활에서 사용하는 전기 기구들 중에는 같은 시간 동안 사용하더라도 전기 에너지를 많이 소비하는 것과 적게 소비하는 것이 있다.

전기 기구에서 전기 에너지의 사용량은 어떻게 나타낼까?

전기 에너지(E)는 전기 기구에 걸리는 전압(V)이 클수록, 흐르는 전류(I)가 셀수록, 사용 시간(t)이 길수록 소비량이 커지는데 이들의 관계를 나타내면 다음과 같다.

$$\text{전기 에너지}(E)=\text{전압}(V)\times\text{전류}(I)\times\text{시간}(t)$$

전기 에너지의 단위
일의 단위와 같은 J(줄)을 사용하는데, 1 J은 1 V의 전압으로 1 A의 전류를 1초 동안 흐르게 했을 때 공급된 전기 에너지를 의미한다.

전기 기구가 1초 동안에 소비하는 전기 에너지를 **소비 전력**이라고 한다. 시간 t 동안 전기 에너지 E를 소비하였다면 소비 전력 P는 다음과 같이 나타낼 수 있으며, 단위는 **W (와트)**를 사용한다.

$$\text{소비 전력}(P)=\frac{\text{전기 에너지}(E)}{\text{시간}(t)}=\frac{\text{전압}(V)\times\text{전류}(I)\times\text{시간}(t)}{\text{시간}(t)}$$

$$=\text{전압}(V)\times\text{전류}(I)$$

소비 전력
어떤 힘이 1초 동안 하는 일을 일률이라고 하듯이 소비 전력은 전류가 1초 동안 하는 일, 즉 전류의 일률이라고 할 수 있다.

또, 전기 기구의 저항이 R일 때 $V=IR$ 또는 $I=\frac{V}{R}$이므로 소비 전력 P는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$P=VI=I^2R=\frac{V^2}{R}$$

위의 식에 따르면 전류가 같을 때에는 저항이 클수록 소비 전력이 크고, 전압이 같을 때에는 저항이 작을수록 소비 전력이 크다는 것을 알 수 있다.

소비 전력이 크면 같은 시간 동안 소비하는 전기 에너지가 크다고 할 수 있다. 예를 들어, 소비 전력이 1000 W인 전기 기구는 500 W인 전기 기구에 비해 같은 시간 동안 사용했을 때 2배의 전기 에너지를 소비한다.

전기 에너지를 절약하기 위해서는 같은 성능이라면 소비 전력이 작은 전기 기구를 사용하는 것이 바람직하다.

그림 Ⅰ-31 전열기의 소비 전력







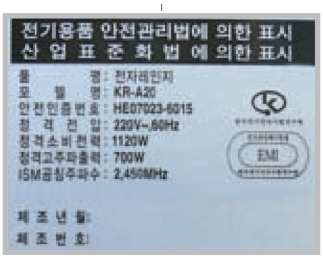


그림 Ⅰ-32 전기 기구와 정격 소비 전력_ 가정에서 사용하는 대부분의 전기 기구에는 정격 전압에 따른 정격 소비 전력이 표시되어 있다.

가정에서 사용하는 전기 기구에는 정격 전압과 정격 소비 전력이 표시되어 있다. 정격 전압은 전기 기구를 안전하고 효율적으로 사용할 수 있는 전압을 나타낸 것으로서 전기 기구를 사용할 때에는 반드시 정격 전압에서 사용해야 한다.

정격 소비 전력은 정격 전압에서 전기 기구가 소비하는 전력을 나타낸 것이다. 예를 들어, 220 V－100 W인 전기 기구는 정격 전압 220 V에 연결했을 때 소비 전력이 100 W로서, 1초당 100 J의 에너지를 소비한다.

가정에서 사용한 전기 에너지의 양을 J로 나타내면 그 값이 매우 커서 불편하다. 따라서 오랜 시간 동안 사용한 전기 에너지는 편의상 전력과 사용한 시간의 곱으로 나타내는데, 이를 **전력량**이라고 한다.

전력량＝전력×시간

전력량의 단위로는 흔히 **Wh(와트시)**를 사용하는데 1 Wh는 소비 전력이 1 W인 전기 기구를 1시간 동안 사용했을 때의 양이다.

또한, 가정에서 전기 요금을 낼 때에는 청구서에 표시되는 전력량은 보통 kWh로 표시되는데 1 kWh는 1,000 Wh이다.

전력량계는 사용한 전기 기구의 누적 전력량을 자동으로 계산하여 표시해 주는 장치이다.

스스로 해결하기
전력량＝(　　　　)×시간

잠깐 체크 1 Wh는 몇 J일까?



그림 Ⅰ-33 전력량계(아날로그 방식)



그림 Ⅰ-34 전력량계(디지털 방식)

자기 주도 학습

개념 확인하기
정격 전압이 220 V인 전기 기구에 0.5 A의 전류가 흐른다면 이 전기 기구의 소비 전력은 얼마인가?

생활 속 문제 해결하기
가정에서 사용하는 전기 기구 중 소비 전력이 가장 큰 것과 작은 것은 무엇인지 찾아보자.

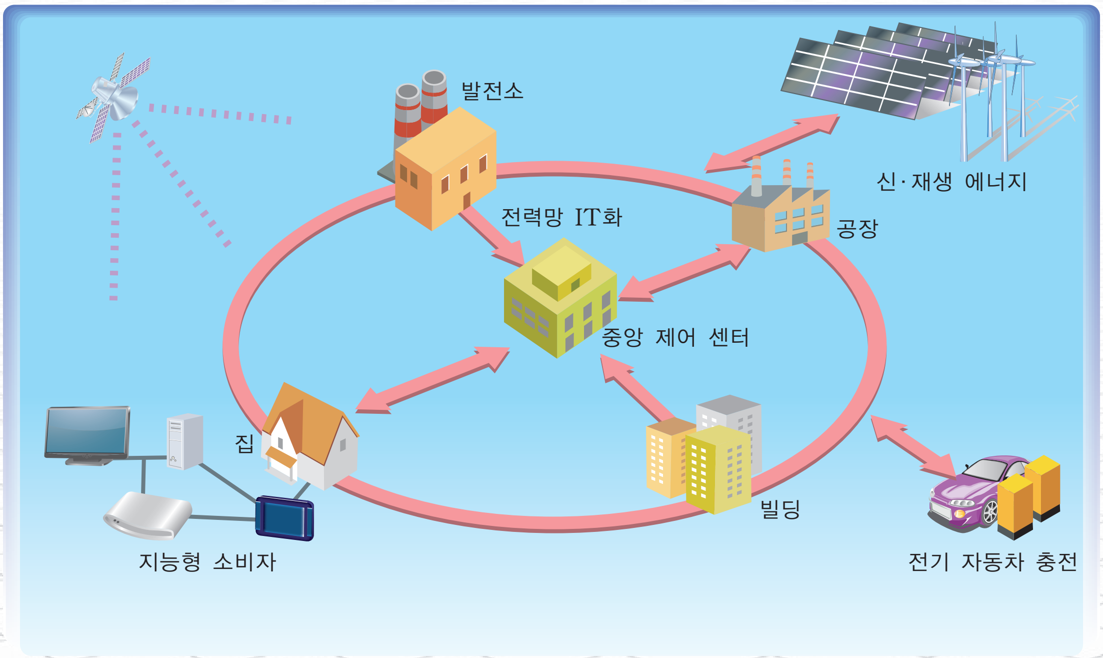
과학과 생활 연관 짓기
최근에 조명 장치로 발광 다이오드(LED)가 많이 사용되고 있다. 발광 다이오드(LED)의 장점과 이용 예를 조사해 보자.

스마트 그리드(Smart Grid)

현재의 전기 시스템은 실제 사용량보다 15 % 정도 많은 양의 전기를 생산하도록 설계되어 있다. 이것은 평소보다 더 많은 양의 전기를 사용할 경우에 대비하기 위한 것이다. 그러나 이를 위해 연료를 확보해야 하고 각종 발전 설비가 추가적으로 필요하기도 하지만 버려지는 전기가 많아 에너지 효율이 떨어진다. 또한 석탄, 석유, 가스 등을 태우는 과정에서 이산화 탄소의 배출이 늘어나 지구 온난화에도 영향을 미친다.

스마트 그리드란 기존의 전력망에 정보 통신 기술을 융합하여 공급자와 소비자가 쌍방향으로 실시간 전력 정보를 교환함으로써 에너지 효율을 최적화하는 차세대 전력망을 말한다. 즉, 전력 공급과 전력 수요의 균형을 맞추어 필요한 만큼 전기를 생산하고 사용하는 시스템이다.

스마트 그리드가 구축되면 더욱 정확한 전력 수요에 대한 예측이 가능해짐으로써 예비 전력을 낮출 수 있으므로 에너지 낭비를 줄일 수 있다. 또한 신 · 재생 에너지에 바탕을 둔 전력 생산의 분산을 통해 에너지의 해외 의존도가 감소될 수 있으며, 화석 연료의 사용이 절감되어 온실기체 배출을 줄일 수 있어 지구 온난화 방지에도 기여할 수 있다. 스마트 그리드는 통신, 가전, 건설, 자동차, 에너지 등 산업 전반과 연계되어 파급 효과가 클 것으로 기대된다. 우리나라에서는 2010년부터 제주 특별 자치도를 스마트 그리드 실험 단지로 선정하여 전력망을 구축하고 있다.



정보 통신(Smart)		전력망(Grid)		스마트 그리드
• 실시간 정보 교환	+	• 공급자 중심의 설비 운영 • 한 방향으로 전력과 정보가 흐름. • 중앙 집중형 발전 형태	→	• 수요자 중심의 설비 운영 • 쌍방향으로 전력과 정보가 흐름. • 중앙 집중 및 분산의 발전 형태

2

» 중단원 미리 보기

자기



자기장

자석 주위에는 자기장이 형성되어 물체에 자기력을 작용한다.
자기장은 어떻게 나타낼 수 있을까?



전류에 의한 자기장

전류가 흐르는 도선 주위에서 나침반의 방향이 바뀌는 이유는 무엇일까?



자석은 생활 곳곳에서 이용된다. 특히 전류의 흐름으로 생기는 자기장은 세탁기, 청소기, 스피커 등 그 이용 분야가 매우 넓다. 자기의 의미와 특징은 무엇일까? 또 전기와 자기는 서로 어떤 관계가 있을까?



자기장 내의 전류가 흐르는 도선이 받는 힘

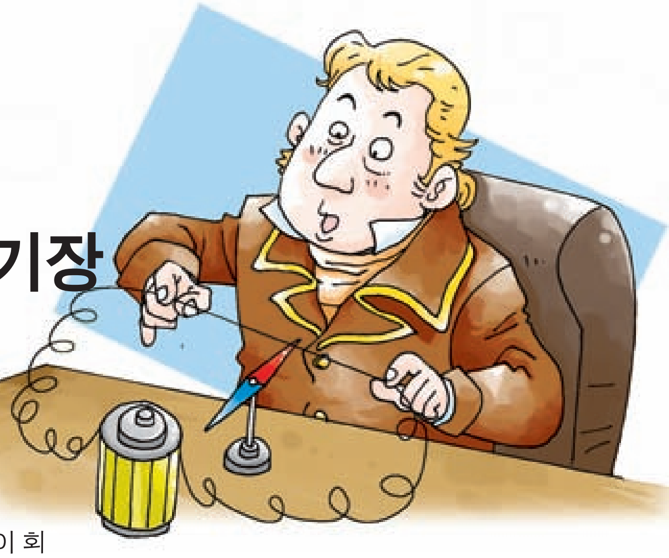
전기 에너지를 이용하는 선풍기, 믹서, 세탁기 등의 전기 기구들이 계속하여 회전할 수 있는 원리는 무엇일까?



유도 전류

전기 기타는 코일 위에 놓인 쇠줄이 진동할 때 생기는 유도 전류를 이용하여 소리를 내는 악기이다. 쇠줄의 진동이 전기 신호로 바뀌는 원리는 무엇일까?

2-1 전류에 의한 자기장



학습 목표

- 자기장의 의미를 말할 수 있다.
- 전류가 흐르는 도선 주위에 생기는 자기장의 특성을 설명할 수 있다.

1820년 덴마크의 물리학자 외르스테드는 전기에 관한 실험 강의 중 도선에 전류를 흘려 주었더니 도선 근처에 있는 나침반의 자침이 회전하는 현상을 발견하였다. 바늘이 회전하는 것은 어떤 힘 때문일까?

외르스테드 이전까지 과학자들은 전류가 흐르는 도선이나 전지 등은 자석과 비슷한 점이 없었기 때문에 전기와 자기는 별개의 현상으로 생각하였다. 그러나 외르스테드는 전류에 의해 자침이 회전하는 힘이 두 자석 사이에 작용하는 힘과 같은 종류의 힘이라는 사실을 알아내고 전류가 자기장을 만든다는 결론을 내렸다. 외르스테드의 발견으로 전기 현상과 자기 현상은 서로 밀접한 관련이 있음을 알게 되었다.

만일 이러한 발견이 없었다면 오늘날 이토록 다양한 전기 · 전자 제품은 만들어지지 못했을 것이고 인류가 누리는 전기 문명은 아주 작은 범위에 그쳤을 것이다. 예를 들어 전자석, 전동기, 스피커 등은 모두 전류의 자기 작용을 이용한 것이다.

그림 Ⅰ-35 전류의 자기 작용_ 전류가 자기장을 만든다는 사실을 발견함으로써 우리가 생활하는 공간에서 전기의 이용 범위가 더 넓어졌다.



전자석 세탁기(전동기) 스피커

자기장이란

인류는 2000여 년 전부터 자석에 대하여 알고 있었다. 자석이라는 말은 고대 그리스의 마그네시아라는 섬에서 발견한 쇠붙이를 끌어당기는 특이한 돌에서 유래한 것으로 알려져 있다.

물체가 철과 같은 금속을 끌어당기는 성질을 **자성**이라고 하며, 자성을 갖는 물체를 자석이라고 한다. 막대 자석의 양 끝은 자성이 가장 센 부분으로서 자극이라고 한다. 자극에는 N극과 S극의 두 종류가 있다.

자석의 두 극을 가까이 하면 같은 극끼리는 척력이 작용하고, 다른 극끼리는 인력이 작용한다. 자성을 띠는 물체 사이에 나타나는 이러한 힘을 **자기력**이라고 한다.

자석 주위에 철가루를 뿌리거나 나침반을 놓으면 철가루가 일정한 모양을 만들거나 자침이 특정한 방향을 가리키는데, 이것은 자석에 의해 자기력이 작용하기 때문이다. 이처럼 자석 주위에서 자기력이 작용하는 공간을 **자기장**이라고 한다.

N극과 S극
N극과 S극은 자석이나 자침을 자유롭게 움직일 수 있도록 했을 때 각각 북쪽과 남쪽을 가리키기 때문에 붙여진 이름이다.

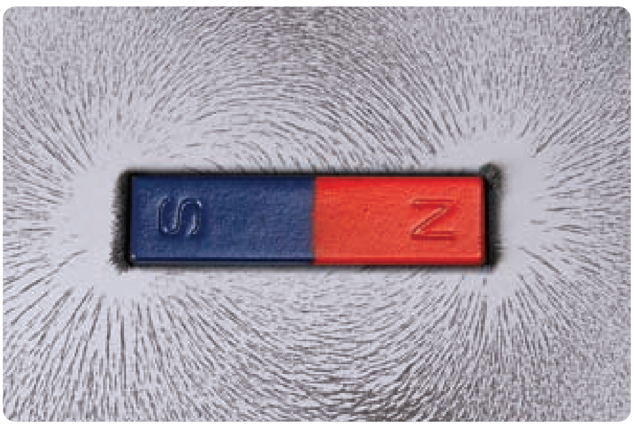


그림 Ⅰ-36 막대 자석 주위의 철가루

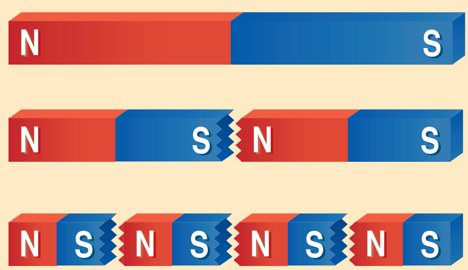


그림 Ⅰ-37 막대 자석 주위의 나침반

과학 자료실 자석의 극을 분리할 수 있을까?

자석을 반으로 자르면 N극과 S극이 분리될까? 오른쪽 그림과 같이 자석은 계속 반으로 잘라도 항상 두 극이 함께 쌍으로 존재한다. 즉, 한 개의 극만 갖는 자석은 존재하지 않는다.

이것은 눈에 보이지 않는 원자 단위까지 자른다고 해도 유지되는 성질이다. 그 이유는 자석을 이루는 원자 하나하나도 서로 쌍극을 이루고 있기 때문이다.



자기장의 방향을 표시하여 나타내면 편리한 경우가 많은데, 자기장 내에서 자침의 N극이 가리키는 방향을 자기장의 방향으로 정한다. 이때 자침의 N극이 가리키는 방향을 연속적으로 이은 선을 **자기력선**이라고 하며, 자기력선을 이용하면 자기장을 시각적이고 효과적으로 표현할 수 있다.

자기력선은 N극에서 나오고 S극으로 들어가도록 그리며 도중에 갈라지거나 자기력선끼리 서로 만나지 않는다. 또한 자기력선의 간격이 좁을수록 자기장이 세다.

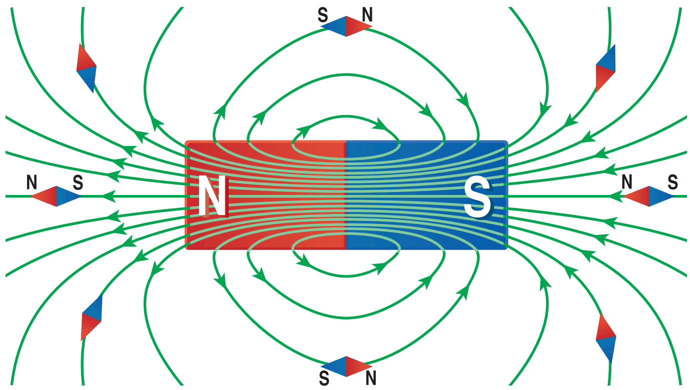


그림 Ⅰ-38 자기력선

우리가 나침반을 이용하여 방향을 찾을 수 있는 것은 지구 자체가 하나의 거대한 자석 역할을 하기 때문이다. 지구 자기장의 모양은 마치 지구 내부에 거대한 막대 자석이 있는 것처럼 나타나는데, 자침의 N극이 북쪽을 가리키는 이유는 지구의 북쪽이 막대 자석의 S극에 해당하기 때문이다. 하지만 지구 자기장의 S극과 N극은 각각 지리상의 북극, 남극과 정확히 일치하지는 않고 약간 차이가 나는데 나침반을 이용하여 항해를 할 때에는 이 점을 고려해야 한다.

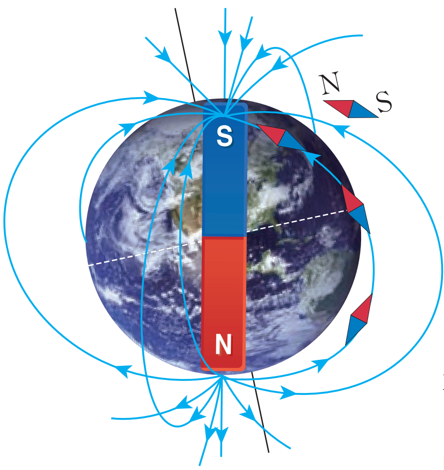
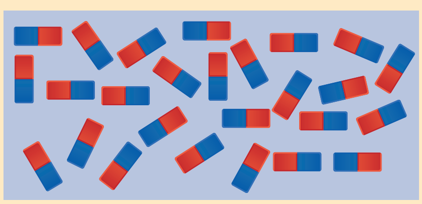


그림 Ⅰ-39 지구 자기장

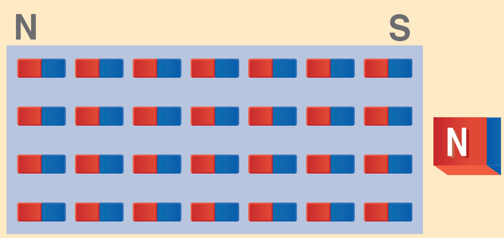
잠깐 체크 자기장을 시각적으로 표현한 선을 무엇이라고 하는가?

과학 자료실 자화

쇠붙이를 자석으로 문지르거나 강한 자석에 붙여 놓으면 쇠붙이도 자석이 되는데 이러한 현상을 **자화**라고 한다. 자화는 무질서한 방향으로 배열되었던 원자 자석들이 외부 자석의 영향을 받아 한 방향으로 정렬되기 때문에 나타나는 현상이다.



외부 자기장이 없는 경우



외부 자기장이 있는 경우

직선 전류에 의한 자기장

전류가 흐르는 도선 주위에는 자기장이 만들어진다. 이러한 자기장은 어떤 특성을 가지고 있는지 알아보자.

탐구 활동 | 전류가 흐르는 직선 도선 주위에 생기는 자기장 | 실험

목·표

전류가 흐르는 직선 도선 주위에 생기는 자기장에 영향을 주는 요인을 설명할 수 있다.

준·비·물

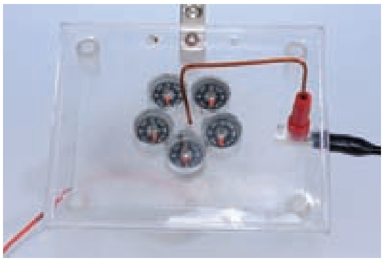
나침반, 직선 도선, 집게 달린 도선, 전원 장치, 가변 저항기, 스위치, 스탠드, 구멍 뚫린 아크릴판

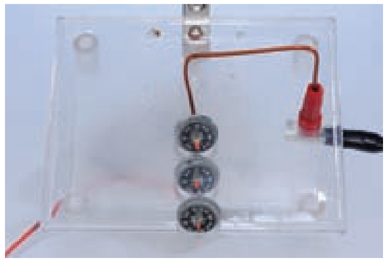
유·의·점

1. 전류가 도선에 너무 오랫동안 흐르면 과열될 수 있으므로 짧은 시간 동안만 흐르게 한다.
2. 나침반은 가능한 한 작은 것을 사용한다.

과정

❶ 그림 (가)와 같이 아크릴판에 수직하게 직선 도선을 통과시켜 가변 저항기와 전원 장치를 연결한 후 직선 도선 주위에 여러 개의 나침반을 놓는다.
❷ 회로의 스위치를 닫고 나침반의 자침이 회전하는 방향을 관찰한다.
❸ 가변 저항의 값을 점점 감소시키면서 나침반의 자침이 회전하는 정도를 관찰한다.
❹ 전원의 극을 반대로 바꾸고 과정 ❷를 반복한다.
❺ 그림 (나)와 같이 직선 도선으로부터 일직선상으로 거리를 달리하여 나침반을 놓고 도선에 전류를 흐르게 했을 때 각각의 나침반에서 자침이 회전하는 정도를 비교한다.

(가)


(나)


결과

1 (가)에서 직선 전류에 의해 도선 주위에 생기는 자기장은 어떤 모양인가?

2 (나)에서 전류의 세기를 증가시키면 자침이 회전하는 정도는 어떻게 달라지는가?

3 (나)에서 직선 전류가 흐르는 도선으로부터 멀어짐에 따라 자침이 회전하는 정도는 어떻게 달라지는가?

해석

1 직선 전류에 의해 생기는 자기장의 방향은 전류의 방향과 어떤 관계가 있는지 설명해 보자.

2 직선 전류에 의해 생기는 자기장의 세기는 전류의 세기 및 도선으로부터의 거리와 어떤 관계가 있는지 설명해 보자.





그림 Ⅰ-40 전류가 흐르는 도선 주변의 철가루

전류가 흐르는 직선 도선 주위에 철가루를 골고루 뿌리면 철가루가 동심원 모양으로 일정하게 배열되는데, 이것은 전류가 만드는 자기장에 의해 철가루가 자기력을 받기 때문에 나타나는 현상이다. 이때 직선 도선에 흐르는 전류의 방향을 바꿔도 철가루의 배열은 변하지 않는다. 따라서 직선 도선 주위의 자기장의 방향은 철가루의 배열만으로는 알 수 없다.

전류가 흐르는 직선 도선 주위에 나침반을 여러 개 놓으면 자침의 N극이 가리키는 방향을 연결한 자기력선으로 자기장을 나타낼 수 있다. 이때 직선 도선에 흐르는 전류의 방향을 반대로 하면 나침반 자침의 N극이 가리키는 방향도 반대로 된다. 이는 전류의 방향에 따라 자기장의 방향이 달라지는 것을 의미한다.



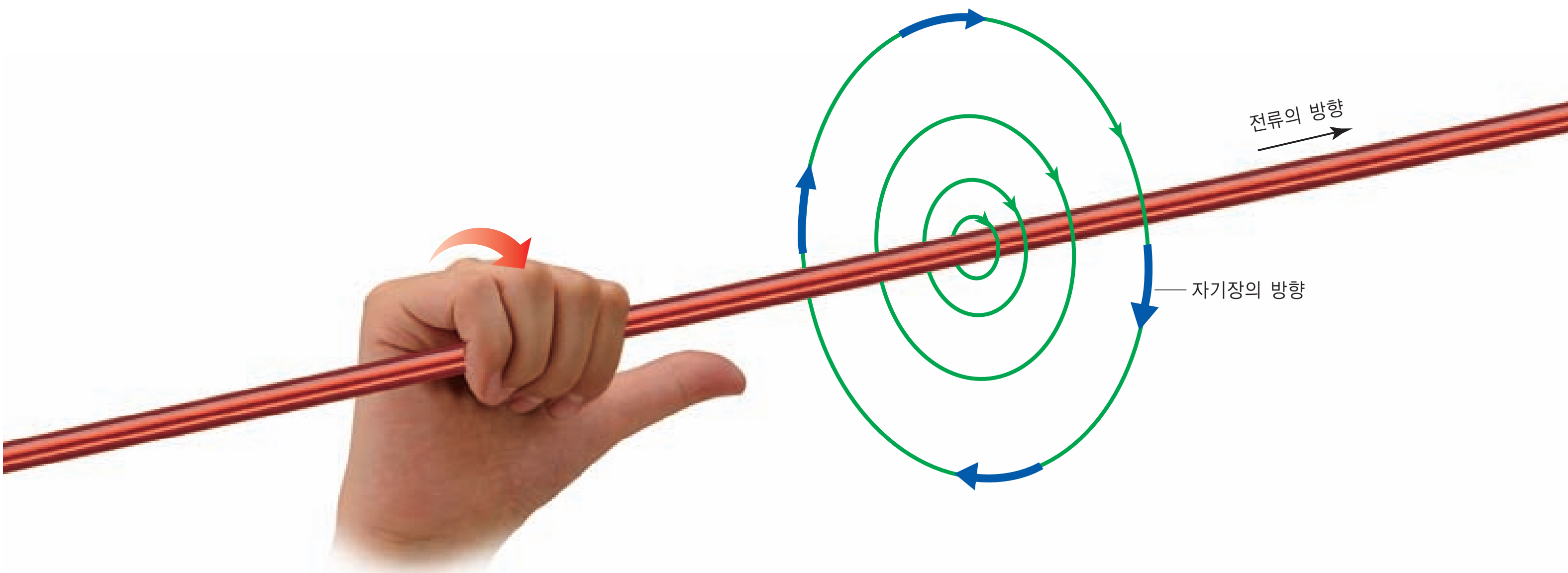
그림 Ⅰ-41 도선에 전류가 위로 흐를 때



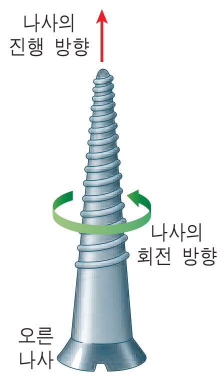
그림 Ⅰ-42 도선에 전류가 아래로 흐를 때



그림 Ⅰ-43 도선에 전류가 흐르지 않을 때_ 도선에 전류가 흐르지 않으면 나침반의 자침은 모두 일정한 방향(지구 자기장의 방향)을 가리킨다.



ⓐ 그림 Ⅰ-44 직선 전류에 의한 자기장의 방향과 세기



ⓐ 그림 Ⅰ-45 오른나사 법칙

자기장의 방향은 오른손을 이용하면 쉽게 알 수 있다.

오른손의 엄지손가락을 전류의 방향으로 향하게 할 때, 도선을 감아쥐는 나머지 네 손가락의 방향이 자기장의 방향이다. 이를 **앙페르 법칙** 또는 **오른나사 법칙**이라고 한다. 오른나사 법칙에서 나사의 진행 방향은 전류의 방향이고, 나사의 회전 방향은 자기장의 방향이다.

한편, 전류가 흐르는 도선 주변에 나침반을 놓았을 때 도선에 흐르는 전류의 세기가 셀수록 나침반이 돌아가는 각도는 더 커진다. 이것은 전류가 셀수록 도선 주위에 생기는 자기장의 세기가 더 세다는 것을 의미한다.

또한 도선으로부터 멀어질수록 철가루의 배열은 덜 조밀해지고 자기력선의 간격은 더 넓어진다. 이것은 전류로부터 거리가 멀수록 자기장의 세기가 약해지는 것을 의미한다. 따라서 직선 전류에 의해 생기는 자기장의 세기는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\text{자기장의 세기} \propto \frac{\text{전류의 세기}}{\text{전류로부터의 거리}}$$

잠깐 체크 직선 전류가 흐르는 도선 주위에 생기는 자기장의 세기는 전류의 세기와 어떤 관계가 있는가?

원형 전류에 의한 자기장

도선을 원형으로 감아 전류를 흘려주면 직선 전류와는 다른 모양의 자기장이 만들어진다. 또한 도선을 원형으로 여러 번 감은 것을 솔레노이드라고 하는데 여기에 전류를 흘려보내면 더욱 강한 자기장이 만들어진다.

전자석은 보통 솔레노이드를 이용하여 만드는데 전류를 흘려주면 자석이 되고 전류를 끊으면 자석의 성질을 잃는다.

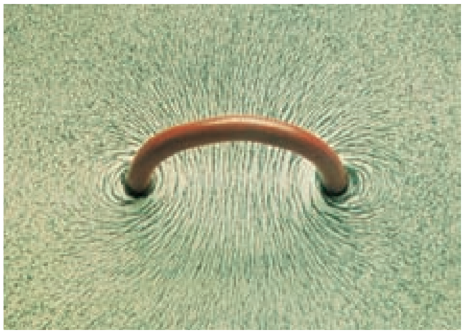


그림 Ⅰ-46 원형 전류에 의한 자기장

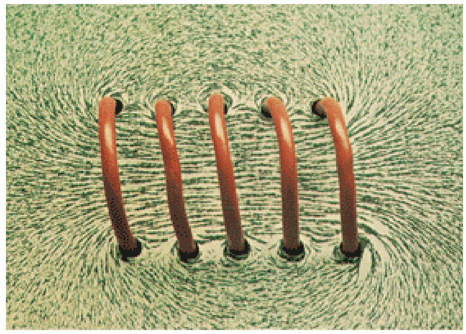


그림 Ⅰ-47 솔레노이드에 의한 자기장



그림 Ⅰ-48 비상벨

무겁고 긴 철 상자나 철판을 운반할 때 이용되는 전자석 기중기의 아랫부분에는 전자석이 든 사각형 모양의 발이 여러 개 있다. 전기 회로의 스위치를 닫으면 각 발이 모두 강력한 전자석이 된다.

또한 화재나 긴급한 상황에서 울리는 비상벨은 전자석의 성질을 이용하여 전류가 흐를 때에만 소리가 나도록 한 장치이다.

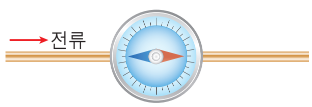
자기 주도 학습

개념 확인하기

자석 주위에서 자기력이 작용하는 공간을 무엇이라고 하는가?

개념 응용하기

그림과 같이 직선 도선 위에 나침반을 놓고, 도선에 전류를 흘려주었을 때 나침반에서 자침의 N극은 어느 방향을 가리키겠는가?



생활 속 문제 해결하기

생활 주변에서 전자석이 이용되는 예를 찾고 작동 원리를 알아보자.

창의·인성 활동

지구 자기장을 이용하는 동물

지구는 하나의 거대한 자석이고, 지구 주위에는 그림과 같은 자기장이 형성되어 있다. 이러한 지구 자기장은 비둘기나 먼 거리를 이동하는 철새와 같은 생물들이 방향을 찾을 수 있는 기준이 된다. 또 어두운 땅속을 다니는 두더지도 이러한 지구 자기장을 이용하여 길을 찾아간다.

그러면 지구 자기장이 변하면 두더지에게 어떤 일이 일어날까? 이스라엘의 탈리 킴치 박사와 스위스의 조셉 테켈 박사는 눈먼 두더지 암컷이 집을 찾아갈 때나 미로를 빠져나갈 때 자기장을 변화시키면 어떤 일이 일어날지를 조사했다.

첫 실험은 중앙에 홀이 있고 거기서 방사상으로 길이 있는 미로에서 실시했다. 두더지는 집으로 돌아갈 때 홀 중앙에서 집으로 난 직선 길을 택했다. 그런데 자기장을 변화시키자 딴 길로 접어들었다가 옆길로 빠지기도 하는 등 혼란스러워했다. 다른 형태의 미로에서도 역시 자기장을 변화시키자 헤매기 시작했다.


지구 주위의 자기장

이렇듯 지구에서 자기장이 사라지면 자기장을 이용하여 살아가는 동물들의 생활에 큰 영향을 미치게 된다.

지구 자기장의 원인은 정확히 밝혀져 있지 않지만 대부분의 과학자들은 지구 내부의 외핵 안에 있는 전하들이 움직이기 때문에 지구 자기장이 만들어진다고 생각한다.


두더지

글쓰기 지구에서 자기장이 사라지면 지구 상에 사는 두더지나 철새 등과 같은 많은 생물들이 방향을 찾지 못하고 이리저리 헤매게 될 것이다. 그러면 지구 자기장이 사라졌을 때 우리 생활은 어떻게 달라질까? 상상력을 동원해서 각자의 생각을 글로 써 보자.

2-2 자기장 내의 전류가 흐르는 도선이 받는 힘

학습 목표

- 자기장 내에서 전류가 흐르는 도선에 작용하는 힘의 특성을 설명할 수 있다.
- 전동기의 기본 원리를 설명할 수 있다.

로봇 축구 대회라는 것이 있다. 로봇 축구는 사람들이 좋아하는 스포츠인 축구와 첨단 과학을 접목하여 만든 것으로, 경기를 보는 사람들은 재미있게 즐길 수 있고, 개발자들은 끊임없이 첨단 기술을 연구하게 만드는 경기이다.

로봇 축구 경기에서 로봇들은 탑재된 프로그램 설정에 따라 이리저리 움직이며 공을 몰고 간다. 이렇게 로봇이 움직일 수 있는 원리는 무엇일까?



전류가 흐르는 도선이 자기장 속에서 받는 힘

우리 주변에는 로봇이 움직이는 것과 같은 원리로 작동하는 여러 가지 편리한 기기들이 많다. 예를 들어 전기 믹서기, 선풍기, 세탁기, 엘리베이터 등과 같은 기기들은 일반적으로 자기장 내에서 전류가 받는 힘을 이용하여 작동된다.

자기장 속에서 전류가 흐를 때 힘을 받는 원리에 대하여 알아보자.

탐구 활동 | 전류가 흐르는 도선이 자기장 속에서 받는 힘 | 실험

목·표

전류가 흐르는 도선이 자기장 속에서 받는 힘을 설명할 수 있다.

준·비·물

원형 네오디뮴 자석, 도선, 큰 지우개, 칼, 니퍼, 집게 달린 도선, 전원 장치, 스위치

유·의·점

칼을 사용할 때 안전에 유의한다.

탐|구|도|우|미

네오디뮴 자석을 뒤집으면 자기장의 방향이 바뀐다.

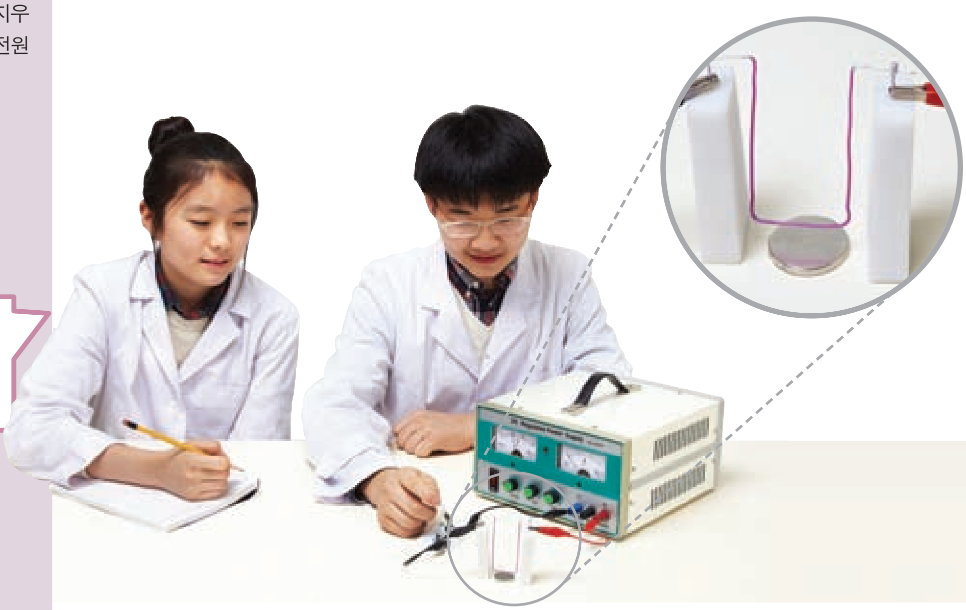
과정

❶ 두 개의 큰 지우개를 세우고 그 사이에 도선으로 만든 그네가 원형 네오디뮴 자석 위로 움직일 수 있게 놓은 후 그림과 같이 전원 장치와 스위치를 연결한다.

❷ 스위치를 닫았을 때 그네가 움직이는 방향을 관찰한다.

❸ 전류의 방향을 반대로 하고, 그네가 움직이는 방향을 관찰한다.

❹ 네오디뮴 자석을 반대로 뒤집어 놓고, 그네가 움직이는 방향을 관찰한다.



결과

1 과정 ❷에서 그네가 움직이는 방향은 어느 방향인가?

2 과정 ❸, ❹에서 그네가 움직이는 방향은 어떻게 변하는가?

해석 창의 · 인성

1 자기장 속에서 전류가 흐르는 도선이 받는 힘의 방향은 전류의 방향이나 자기장의 방향과 어떤 관계가 있는지 설명해 보자.

2 전류의 방향이나 자기장의 방향이 바뀌면 그네가 받는 힘의 방향은 어떻게 되는지 설명해 보자.

한 걸음 더

1 과정 ❷에서 전류의 세기를 점점 증가해 가면서 그네의 움직임을 관찰해 보자.

2 과정 ❷에서 네오디뮴 자석을 그네로부터 더 멀리 한 후 그네의 움직임을 관찰해 보자.

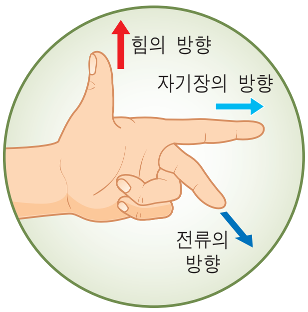
전류가 흐르는 도선 주위에는 자석의 주변과 마찬가지로 자기장이 생긴다. 그러므로 전류가 흐르는 도선을 자기장 속에 놓으면 마치 자석과 자석 사이에 힘이 작용하는 것처럼 도선이 힘을 받는다. 이와 같이 전류가 흐르는 도선이 자기장 속에서 받는 힘도 **자기력**이라고 한다.

전류가 흐르는 도선이 자기장 속에서 받는 자기력의 방향은 오른손을 이용하여 쉽게 찾을 수 있다. 오른손의 네 손가락을 자기장의 방향으로 펴고, 엄지손가락은 이들과 수직으로 전류의 방향을 가리키게 할 때 손바닥이 향하는 방향이 도선이 받는 힘의 방향이다.

도선이 받는 힘의 세기는 도선에 흐르는 전류의 세기가 세거나, 도선 주위의 자기장이 강할수록 커진다.

자기력의 방향

자기력의 방향은 그림과 같이 왼손을 이용하여 찾을 수도 있다.



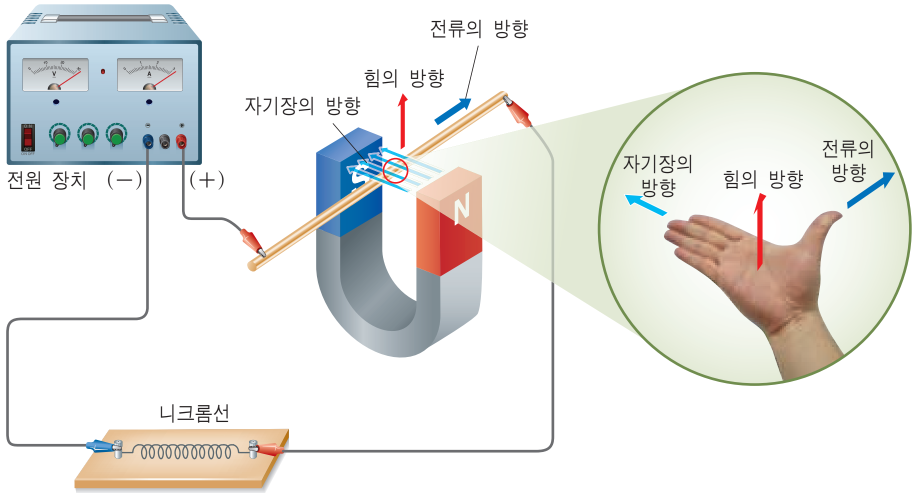


그림 Ⅰ-49 자기장 속에 놓인 도선이 받는 힘의 방향

잠깐 체크 자기장 속에 놓인 도선이 받는 힘을 무엇이라고 하는가?

전동기



그림 Ⅰ-50 전동기

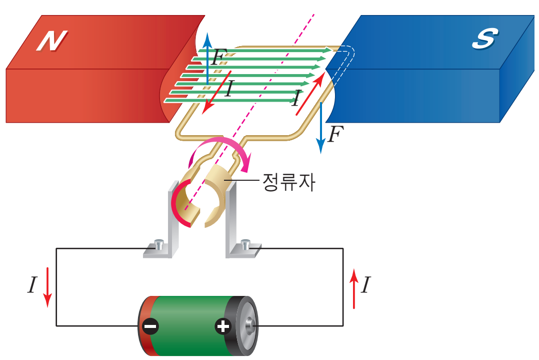
전동기는 자기장 속에 놓인 도선이 받는 자기력을 이용하여 전기 에너지를 코일이 회전하는 운동 에너지로 전환한다.

에스컬레이터, 엘리베이터, 세탁기, 전철 등은 전동기를 이용하는 전기 기구들이다.

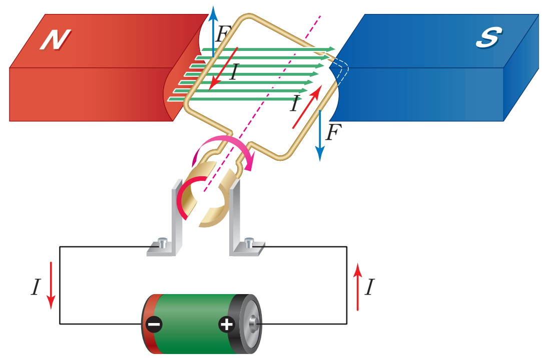
전동기는 전기 에너지를 빛이나 열 이외에 역학적인 일로 바꾸어 주는 작용을 한다는 점에서 전류의 이용 분야를 획기적으로 넓힌 장치라고 할 수 있다.

일반적으로 전동기는 전류가 흐를 수 있는 코일과 코일을 둘러싸고 있는 영구 자석, 정류자로 구성되어 있다. 전동기가 회전하기 위해서는 회전할 수 있는 코일에 전류를 흐르게 한 다음, 자석을 가까이 하여 코일이 자기력을 받게 해야 한다.

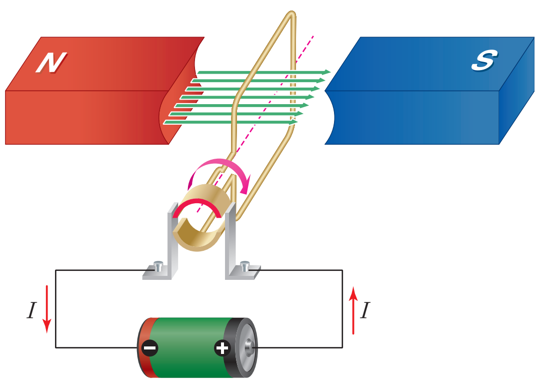
이때 정류자는 전류의 방향을 주기적으로 바꿔 코일이 일정한 방향으로 회전하게 해 준다. 자석 사이의 코일이 받는 힘에 의해 전동기 내의 코일이 회전하는 과정을 자세히 알아보자.



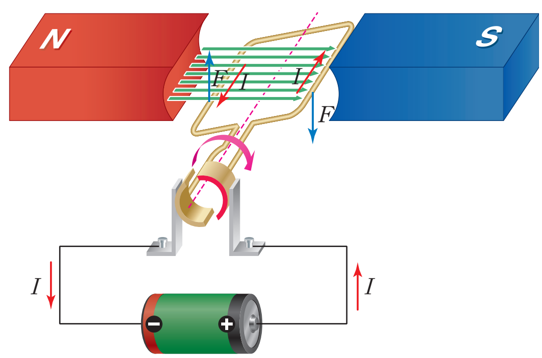
① 사각 코일에 흐르는 전류의 방향은 그림과 같으므로 사각 코일의 왼쪽 도선에는 위로 향하는 자기력이 작용하고, 오른쪽 도선에는 아래로 향하는 자기력이 작용하여 코일 전체가 시계 방향으로 회전한다.



② 사각 코일이 약간 회전한 경우에 전류의 방향은 처음과 같으므로 코일은 시계 방향으로 계속 회전한다.



③ 사각 코일이 90° 회전하여 코일 쪽으로 전류가 거의 흐르지 않게 되더라도 코일의 회전은 멈추지 않고 원래 돌아가던 방향으로 계속 회전한다.



④ 사각 코일이 더 회전하면 다시 코일에 전류가 흐르게 된다. 이때 코일은 처음과 같이 시계 방향으로 힘을 받아 회전한다.

그림 Ⅰ-51 전동기의 원리

자기 주도 학습

개념 확인하기	생활 속 문제 해결하기	과학과 기술 연관 짓기
전류가 흐르는 도선이 자기장 속에서 받는 힘의 방향은?	전지로 움직이는 시계의 초침이 돌아가는 원리를 설명해 보자.	고층 건물에서 엘리베이터를 움직이게 하는 전동기의 원리를 조사해 보자.

보충·심화

창의·인성 활동

스피커의 원리



북을 치거나 피아노를 두드리는 소리를 들을 수 있는 것은 북과 피아노의 진동이 공기를 통해 전달되기 때문이다. 스피커에서 소리가 발생하는 것도 스피커 속의 막이 진동하기 때문이다.

그러면 이러한 진동을 발생시키는 것은 무엇일까? 귓속에 쏙 들어가는 작은 이어폰에서부터 극장이나 공연장의 큰 스피커에 이르기까지 진동을 발생시킬 때에는 대부분 자기력을 이용한다.

이어폰의 내부를 보면 얇은 막에 코일이 붙어 있고, 그 속에 영구 자석이 있는 것을 볼 수 있다. 코일에 전류가 흐르면 자석 앞에 놓인 코일이 자기력을 받아 움직이는데, 이때 얇은 막도 함께 움직인다.

코일에 흐르는 전류의 세기가 변하면 자기력의 크기도 함께 변한다. 또 전류의 방향이 반대가 되면 코일이 받는 자기력의 방향도 반대가 된다.

즉, 코일이 받는 자기력의 크기와 방향이 달라지면서 얇은 막이 진동한다. 이 진동이 공기를 통해 전파되는 소리가 되어 우리에게 들리는 것이다.

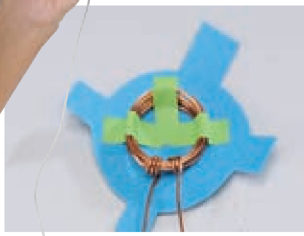


» 이어폰의 내부

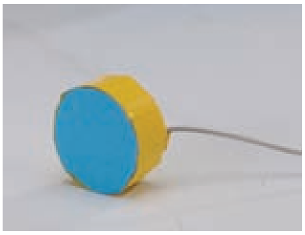


나만의 이어폰 만들기

❶ 에나멜선을 감아 코일을 만든 후, 그 끝을 사포로 문질러 벗겨 낸다.
❷ 과정 ❶의 코일을 테이프로 두꺼운 종이에 고정한다.
❸ 플라스틱 병뚜껑 안쪽에 작은 네오디뮴 자석을 붙인다.
❹ 과정 ❷의 종이를 병뚜껑에 덮고, 코일의 양 끝을 이어폰 잭과 연결한다.
❺ 이제 MP3 플레이어에 이어폰 잭을 꽂아 소리를 들어 보자.

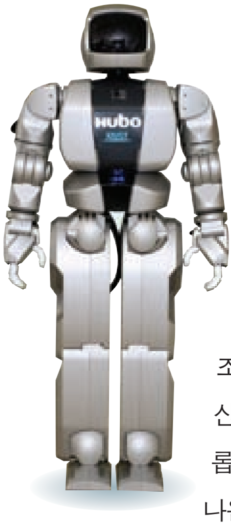






STEAM 융합

로봇의 이용



로봇 하면 인간과 비슷한 생김새의 휴머노이드 로봇이 먼저 생각나지만 서비스 로봇, 의료 복지 로봇, 공장에서 쓰이는 산업용 로봇 등 로봇 분야는 점점 다양해져 가고 있다.

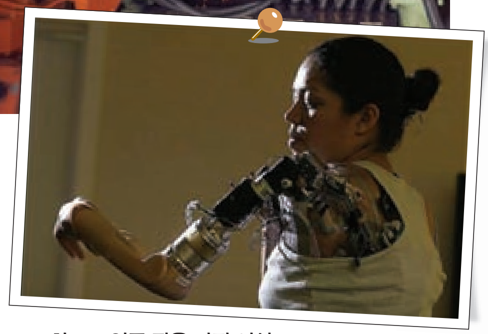
그중에서 로봇 팔은 오래 전부터 산업 현장에서 사용되고 있다. 무거운 부품 옮기기, 용접, 페인트칠, 부품 조립 등의 단순 반복적인 일을 산업용 로봇 팔이 대신한다. 산업용 로봇 팔은 사람의 어깨와 팔처럼 여러 방향으로 자유롭게 움직이는데, 이때 팔을 움직이는 힘은 주로 전동기에서 나온다. 로봇 팔은 정확한 위치에서 정밀하게 작업하므로 제품의 품질을 높여 준다.

한편, 영화에서처럼 사람의 뇌로부터 명령을 받아 움직이는 인공 팔이 개발되기도 하였다. 또 수술에 이용되는 로봇도 있는데, 미세한 신경 조직 하나하나를 다루는 수술에서 정확하고 실수 없이 수술할 수 있고, 의사가 멀리 떨어진 곳에 있는 환자를 수술하는 것이 가능한 장점이 있다.

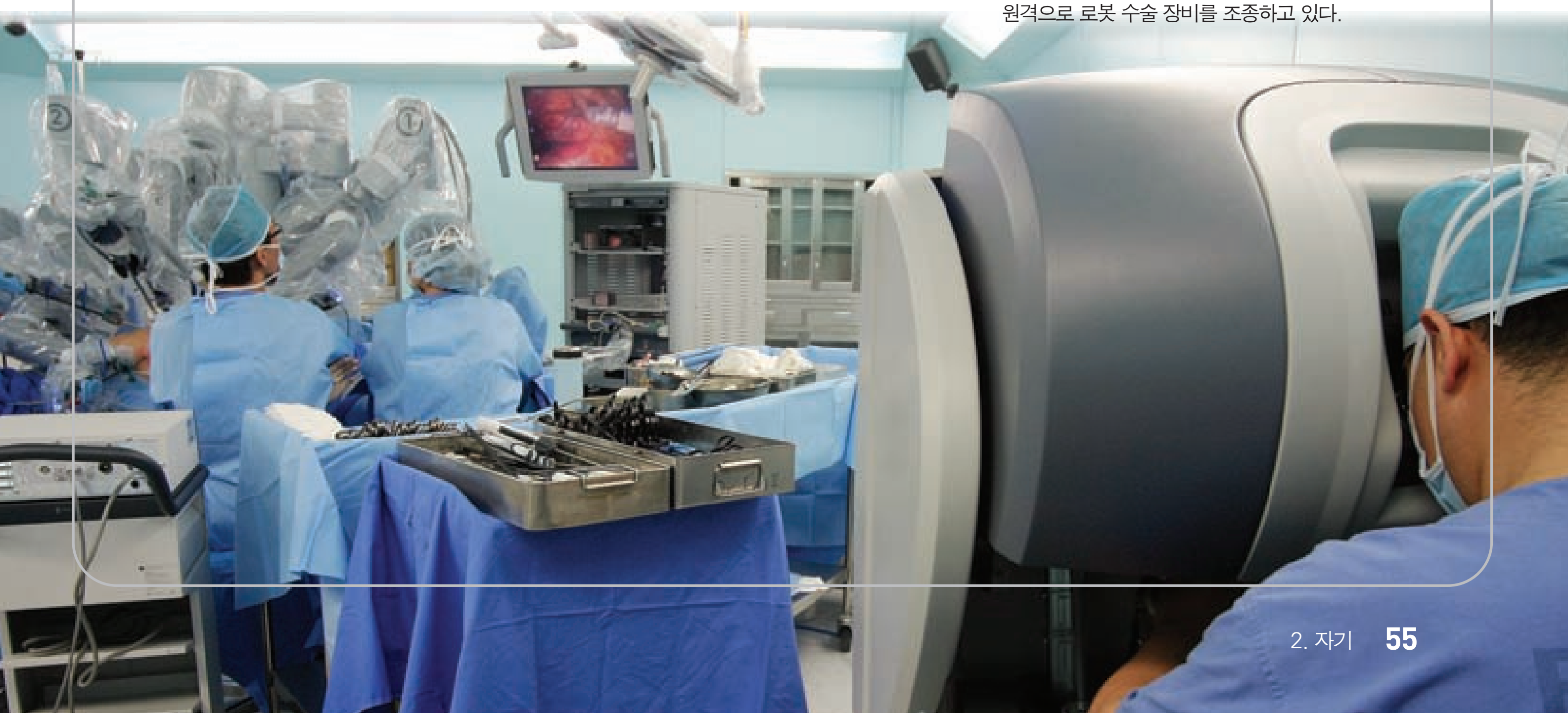
이렇게 다양한 분야에서 이용되는 로봇은 과학 기술의 결정체이다. 그래서 로봇을 만들 꿈을 가지고 있다면 어느 분야든 관심과 열정을 가지고 늘 ‘왜?’라는 질문을 던져야 한다. 그리고 ‘왜?’를 해결하기 위해 끊임없이 책을 펼쳐 보고 관찰하고 탐구하는 자세가 필요하다.



용접을 하는 로봇 팔



최초로 인공 팔을 가진 여성



로봇 수술 장비를 이용해 수술하는 모습_ 의사가 원격으로 로봇 수술 장비를 조종하고 있다.

2-3 유도 전류

학습 목표

- 자석을 이용하여 전류가 발생하는 현상을 설명할 수 있다.

기후 놀이터에서는 햇빛, 바람 또는 사람의 운동으로 전기 에너지를 생산하는 경험을 할 수 있다.

특히 허리 돌리기, 줄 당기기, 자전거 등의 운동 기구로 가벼운 운동을 하면서 휴대 전화기를 충전할 수도 있다.

이러한 운동 기구들이 전기를 만드는 원리는 무엇일까?



풍력 발전 바람개비_ 바람에 의해 돌아가는 바람개비의 에너지를 전기 에너지로 저장하여 공원 등에서 밤에 불을 밝히는 에너지로 활용한다.

자가 발전 운동 기구_ 운동을 하면서 전기를 만들 수 있다.

전자기 유도

기후 놀이터의 운동 기구들이 전기를 만드는 원리는 자기장의 변화와 관련이 있다.

아래 그림과 같이 장치한 후에 코일을 고정하고 자석을 움직이거나, 자석을 고정하고 코일을 움직이면 전류가 발생한다.

이와 같이 코일 내부의 자기장이 변하면 코일에 전류가 흐르게 되는데 이러한 현상을 **전자기 유도**라고 한다. 이때 코일에 흐르는 전류를 **유도 전류**라고 한다.

기후 놀이터에 있는 운동 기구들은 사람이 운동 기구를 움직이면 운동 기구 안에 있는 코일에 유도 전류가 발생하는 원리를 이용하여 전기 에너지를 만드는 것이다.



그림 Ⅰ-52 유도 전류의 발생_ 코일에 자석을 가까이 하거나 코일에서 자석을 멀리 하면 코일에 유도 전류가 발생한다.

과학 자료실 패러데이(Faraday, M. ; 1791~1867)

패러데이는 가난한 대장장이의 아들로 태어났다. 가난한 집안에서 태어나 교육을 받지 못한 패러데이가 선택할 수 있었던 최선의 직업은 제본소 수습공이었다. 겨우 읽고 쓰는 교육만을 받은 그의 취미는 일이 끝난 매일 밤 제본소 고객이 아직 찾아가지 않은 책을 숨죽이며 읽는 일이었다.

그러던 중 그에게 찾아온 꿈 같은 기회는 바로 과학자의 조수 자리였다. 패러데이는 어려운 과학 이론을 몰라서 같은 실험을 반복 또 반복하던 도중 자기장의 변화가 도선에 전류를 발생시킨다는 사실을 알아내었다. 이후 영국에서는 이 원리를 이용하여 세계 최초로 발전기를 제작하였다.



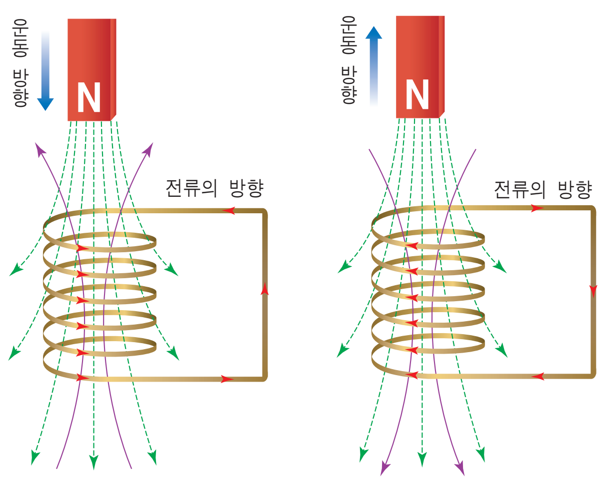
그렇다면 유도 전류의 방향과 세기는 어떻게 달라질까?

코일에 자석을 가까이 하면 코일 속을 통과하는 자기장의 세기가 세지므로 코일에서는 이것을 방해하는 새로운 자기장이 생기게 하는 방향으로 전류가 흐른다. 한편, 코일에서 자석을 멀리 하면 코일 속을 통과하는 자기장의 세기가 약해지므로 코일에서는 이것을 방해하는 새로운 자기장이 생기게 하는 방향으로 전류가 흐른다. 즉, 코일 속을 통과하는 자기장의 세기가 변할 때 그 자기장의 변화를 방해하는 방향으로 유도 전류가 흐른다.

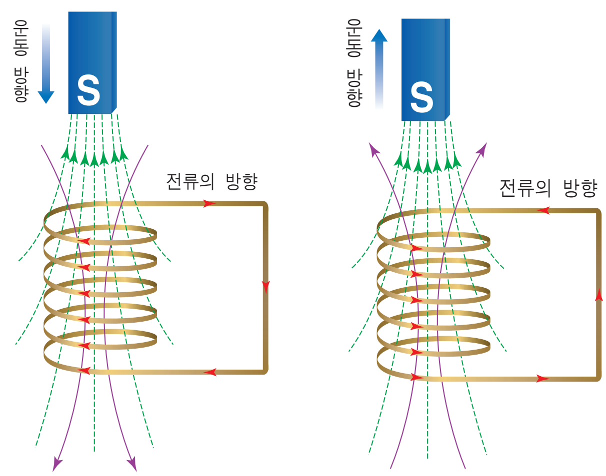
이때 자석의 세기가 강할수록, 자석이 더 빠르게 움직일수록, 코일의 감은 횟수가 많을수록 코일에 발생하는 유도 전류도 세진다.

유도 전류를 이용하면 일상생활에서 쓸 수 있는 전기를 생산할 수도 있다. 전기를 생산하는 발전기는 전동기와 비슷한 구조로 되어 있는데 전동기와 발전기의 원리를 비교해 보자.

잠깐 체크 금속 주위에서 자기장이 변하면 금속 내부에는 어떤 일이 생길까?



자석의 N극과 유도 전류의 방향_ 자석의 N극을 코일에 가까이 가져가면 코일을 통과하는 아래쪽 방향의 자기장이 세진다. 이때 코일에서는 위쪽 방향으로 자기장을 만들기 위한 전류가 유도된다. 반대로 자석의 N극을 코일에서 멀리 하면 코일을 통과하는 아래쪽 방향의 자기장이 약해진다. 이때 코일에서는 아래쪽 방향으로 자기장을 만들기 위한 전류가 유도된다.



자석의 S극과 유도 전류의 방향_ N극과 반대로 자석의 S극을 코일에 가까이 가져가면 코일을 통과하는 위쪽 방향의 자기장이 세진다. 이때 코일에서는 아래쪽 방향으로 자기장을 만들기 위한 전류가 유도된다. 반대로 자석의 S극을 코일에서 멀리 하면 코일을 통과하는 위쪽 방향의 자기장이 약해진다. 이때 코일에서는 위쪽 방향으로 자기장을 만들기 위한 전류가 유도된다.

그림 Ⅰ-53 유도 전류의 변화

탐구 활동 전동기와 발전기의 원리

실험(동영상)

목·표

직류 전동기를 이용하여 발전기와 전동기의 원리를 설명할 수 있다.

준·비·물

손 발전기, 집게 달린 전선, 전원 장치, 전구

유·의·점

전원 장치를 사용할 때에는 처음에 전압을 0으로 한 다음 천천히 전압을 높인다.

실험 A

손 발전기를 전원 장치에 연결하고 전원을 켠다.



실험 B

손 발전기를 전구에 연결하고 손 발전기를 돌린다.



실험 C

손 발전기 두 대를 서로 연결하여 하나의 손 발전기만 돌린다.



결과

1 실험 A에서 전원을 켜면 손 발전기는 어떻게 되는가?

2 실험 B에서 전구에는 불이 들어오는가?

3 실험 C에서 손 발전기를 돌리면 다른 손 발전기에 어떤 변화가 생기는가?

해석 창의·인성

1 실험 B와 실험 C의 결과를 바탕으로 왜 이런 현상이 일어났는지 친구들과 토의해 보자.

2 손 발전기는 어떤 원리로 전류를 발생시키는지 설명해 보자.

인터넷 속 과학 세상

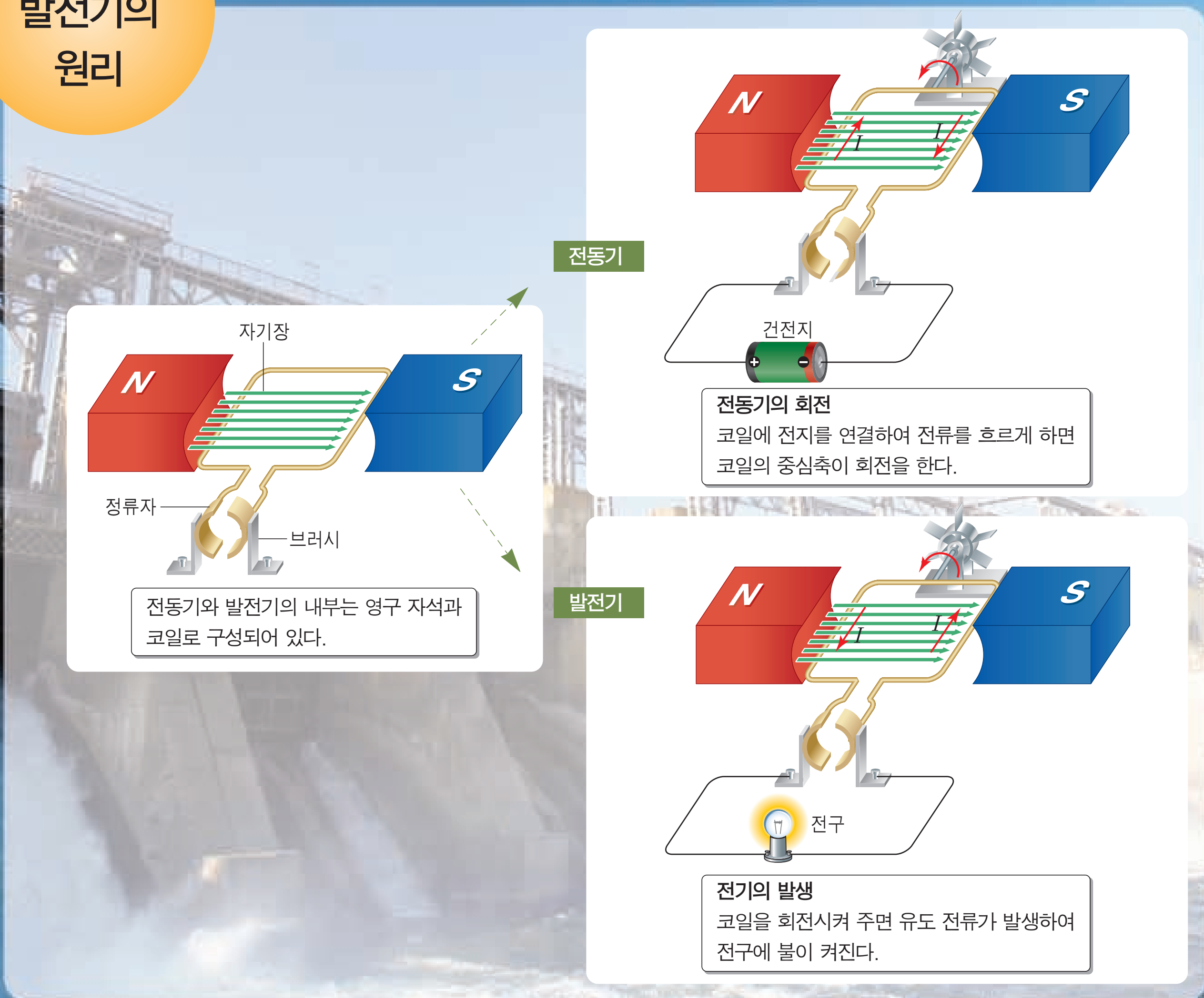
한국 전력 공사
http://www.kepco.co.kr

전동기가 자기력에 의해 전기 에너지를 역학적 에너지로 전환시키는 장치라면, 발전기는 전자기 유도에 의해 역학적 에너지를 전기 에너지로 전환시키는 장치이다. 발전기에서는 회전축을 돌리면 코일에 유도 전류가 발생하고, 전동기에서는 코일에 전류를 흐르게 하면 회전축이 돌아간다. 따라서 전동기와 발전기의 기본 구조는 같다.

또한 수력 발전, 화력 발전, 풍력 발전 등과 같이 역학적 에너지를 이용한 발전들은 각각 회전축이 돌아가는 방식이 달라도 발전기에서 전기를 생산하는 방식은 모두 같다.

잠깐 체크 발전기에서 에너지 전환은 어떻게 일어나는가?

전동기와 발전기의 원리



전동기와 발전기의 내부는 영구 자석과 코일로 구성되어 있다.

전동기의 회전
코일에 전지를 연결하여 전류를 흐르게 하면 코일의 중심축이 회전을 한다.

전기의 발생
코일을 회전시켜 주면 유도 전류가 발생하여 전구에 불이 켜진다.

유도 전류의 이용

마이크는 진동판과 코일 및 영구 자석으로 이루어져 있다. 마이크 가까이에서 소리를 내면 소리가 공기를 진동시키고 이 진동은 진동판에 부착된 코일을 진동시킨다. 이때 코일은 자석 가까이에서 진동하기 때문에 코일을 지나는 자기장이 변하여 코일에 유도 전류가 생긴다. 이에 따라 소리는 전기 신호로 바뀐다.

한편, 전기 신호를 스피커로 출력하면 소리를 들을 수 있다. 스피커는 자기장 속에서 전류가 흐르는 도선이 받는 힘을 이용한 장치이다.

마이크와 스피커의 기본 구조는 같지만 마이크는 소리 신호를 전기 신호로 바꾸어 주고 스피커는 전기 신호를 소리 신호로 바꾸어 준다는 차이점이 있다.

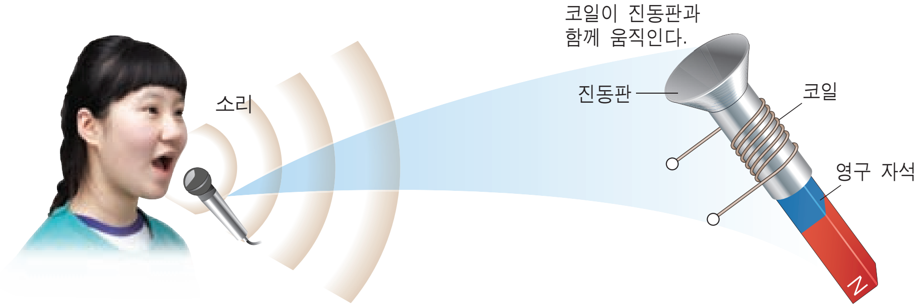


그림 Ⅰ-54 유도 전류를 이용한 마이크_ 마이크는 소리의 진동이 코일을 움직여 유도 전류에 의한 전기 신호를 발생시키는 장치이다.

교통 카드의 판독기에는 교류 전류가 흐르는 코일이 있어서 항상 자기장이 변한다. 그림과 같이 교통 카드 안에도 코일이 있기 때문에 교통 카드를 판독기에 접근시키면 교통 카드의 코일을 통과하는 자기장이 변화하면서 유도 전류가 발생한다. 이 유도 전류에 의해 교통 카드 안의 IC 회로에 전류가 흐르면 교통 카드의 정보를 읽을 수 있다.

이 밖에 금속 탐지기나 대형 마트의 도난 방지 장치, 공항 검색대 등도 유도 전류를 이용하여 작동된다.



그림 Ⅰ-55 유도 전류를 이용하는 교통 카드_ 판독기에 의해 교통 카드의 코일에 유도 전류가 발생하여 IC 회로에 전류를 흐르게 한다.

자기 주도 학습

개념 확인하기	생활 속 문제 해결하기	과학과 기술 연관 짓기
유도 전류는 어느 경우에 발생하는가?	유도 전류를 이용한 조리 기구의 원리를 알아보자.	여러 가지 발전소의 발전 방식을 조사해 보자.

보충·심화

전자기 발견의 역사

전자기 유도 현상이 발견되기 이전의 사람들은 마찰 전기나 전지를 이용하여 전기를 만들었다. 하지만 이 방법으로는 전기를 소량만 만들어 낼 수 있었기 때문에 우리 실생활에 이용되지는 못하였다.

패러데이가 유도 전류를 발견한 이후 인류는 전기를 대량으로 쉽게 만들 수 있었고 현재 전기는 우리 생활 깊숙이 큰 영향을 끼치고 있다.

탈레스(Thales ; ?B.C. 640~?B.C. 546)



고대 그리스의 탈레스는 호박을 양의 가죽으로 문질렀을 때 생기는 정전기 현상을 관찰하고 전기의 존재를 처음으로 발견하였다.

나침반





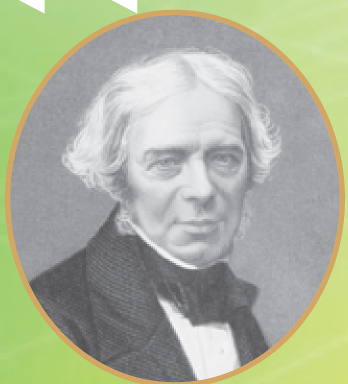
긴 막대 자석이 남과 북을 가리킨다는 사실은 기원전부터 알려져 있었고 중국에서는 이런 성질을 이용하여 오래전부터 나침반을 만들어 사용해 왔다. 중국으로부터 유럽에 전해진 나침반은 유럽의 대항해 시대를 여는 데 중요한 역할을 하였다.

앙페르(Ampère, A. M. ; 1775~1836)



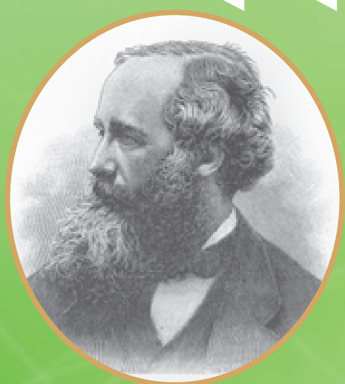
앙페르는 전류가 흐르는 두 평행한 도선 사이에 작용하는 자기력을 측정하여, 도선 사이에는 서로 힘이 작용함을 알아내었다.

패러데이(Faraday, M. ; 1791~1867)



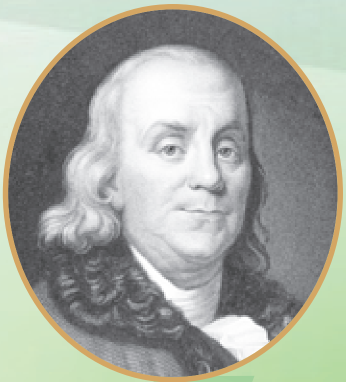
패러데이는 전류를 일으키기 위해서는 도체 가까이에서 자석을 움직여야 한다고 했다. 그는 전기 및 자기적인 힘 사이에 직접적인 관련이 있다는 것을 처음으로 확인하였고, 에너지는 다른 형태의 에너지로 변환시킬 수 있다고 하였다.

맥스웰(Maxwell, J. C. ; 1831~1879)



맥스웰은 전기장이나 자기장에 에너지가 존재한다는 것을 밝혔고 그때까지 알려져 있던 전기와 자기의 개념을 정리하였다. 또한 빛도 전자기파라고 주장하였다.

프랭클린은 1752년 연을 이용한 실험을 통하여 번개와 전기의 방전은 동일한 것이라는 가설을 증명하였다. 또한 양전기와 음전기를 구별하였고, 전하가 음전기에서 양전기로 이동한다고 밝혔다. 그는 피뢰침을 발명하기도 하였다.



프랭클린(Franklin, B. ; 1706~1790)

길버트(Gilbert, W. ; 1544~1603)



전기(electricity)라는 말을 처음 사용하였다.

윌리엄 길버트는 둥근 자석을 이용한 실험을 통해 나침반 바늘의 수평 각도가 위도에 따라 달라지는 것을 설명하여, 지구가 하나의 거대한 자석임을 밝혔다.

갈바니(Galvani, L. A. ; 1737~1798)



갈바니는 죽은 개구리 다리에 전기를 흘렸을 때 개구리 다리가 움직이는 것을 관찰하여 동물의 근육은 동물 전기(갈바니 전기)라고 부르는 생명의 기를 가지고 있다고 주장하였다.

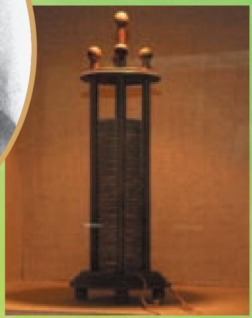
외르스테드(Örsted, H. C. ; 1777~1851)



외르스테드는 도선을 자침과 평행하게 놓고 전류를 흐르게 하면 자침이 움직이고, 전류의 방향을 반대로 하면 반대로 움직이는 현상을 발견하였다.

볼타(Volta, A. G. ; 1745~1827)





볼타 전지는 화학적 방법으로 전기를 발생시키기 때문에 훨씬 안정적으로 많은 전기를 발생시킬 수 있었다. 그 때문에 볼타 전지는 여러 가지 실험 연구에 큰 도움을 주었다.

대단원 마무리

I. 전기와 자기

개념 정리하기

전기

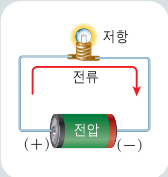
정전기 유도
전기를 띤 물체를 다른 물체에 가까이 가져가면 전기를 띤 물체와 가까운 쪽은 다른 종류의 전기를 띠고, 먼 쪽은 같은 종류의 전기를 띤다.



$V=IR$, $I=\dfrac{V}{R}$

옴의 법칙
전류의 세기는 전압에 비례하고, 저항에 반비례한다.

전류, 전압, 저항
전류 : 전하의 흐름
전압 : 전류를 흐르게 하는 전기적인 압력
저항 : 전류의 흐름을 방해하는 정도



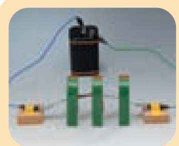


전기 에너지
전기 에너지는 전기가 일을 할 수 있는 능력으로서, 빛에너지와 열에너지 등 다양한 에너지로 전환되어 사용된다.

자기

전류에 의한 자기장
전류가 흐르는 도선 주위에는 자기장이 생긴다.





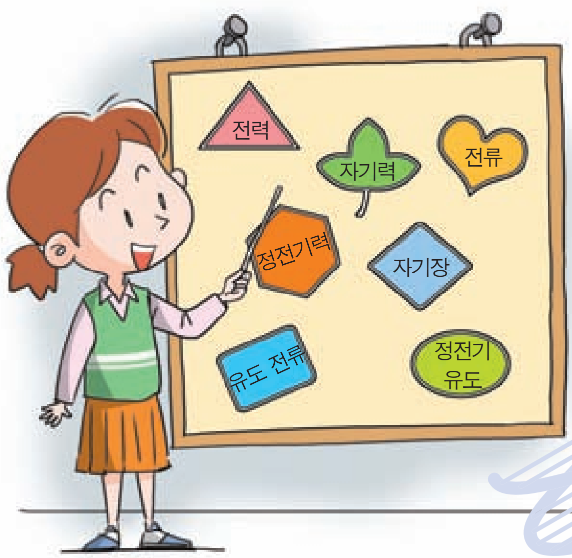
자기장 내의 전류가 받는 힘
자기장 내에서 전류가 흐르는 도선은 힘을 받는다. ➡ 전동기의 원리



유도 전류
코일 속을 지나는 자기장을 변화시키면 코일에는 유도 전류가 발생한다. ➡ 발전기의 원리

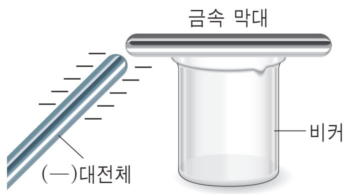
▨ 다음 설명과 가장 관련이 있는 단어를 오른쪽 낱말 카드에서 찾아보자.

1. 전하를 띤 막대를 금속에 가까이 가져가면 금속에 정전기를 띠게 할 수 있다.
2. 정전기를 띤 물체 사이에서 밀거나 당기는 힘을 말한다.
3. 전하의 흐름으로서, 전압이 크면 많이 흐르고 저항이 크면 적게 흐른다.
4. 전기 기구가 1초 동안에 소비하는 전기 에너지이다.
5. 전류가 흐르는 도선 주위에 생기며, 도선에서 멀어질수록 약해진다.
6. 자기장 속에 있는 도선에 전류가 흐르면 도선은 힘을 받는다. 이 원리를 이용하여 여러 가지 전기 기구를 만들 수 있다.
7. 코일 근처에서 자석을 움직이면 코일에 전류를 흐르게 할 수 있다. 이 원리를 이용하여 전기를 생산할 수 있다.



개념 적용하기

1 그림과 같이 (−)로 대전된 막대를 금속 막대의 왼쪽 끝에 가까이 가져갔다.



금속 막대의 왼쪽, 오른쪽 부분에 유도되는 전기의 종류를 쓰시오.

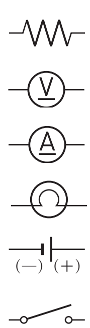
2 금속판과 금속박이 모두 (−)로 대전된 검전기가 있다. 금속박을 더 벌어지게 하는 방법으로 옳은 것은?



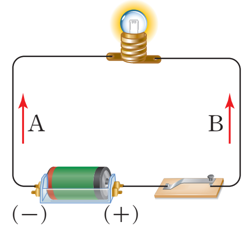
① 금속판에 손을 접촉시킨다.
② (−)대전체를 금속판에 가까이 가져간다.
③ (+)대전체를 금속판에 가까이 가져간다.
④ (−)대전체를 금속박에 가까이 가져간다.
⑤ 전기를 띠지 않은 물체를 금속판에 접촉시킨다.

3 다음 회로 요소와 기호를 연결하시오.

ㄱ. 전지 •   • a
ㄴ. 전구 •   • b
ㄷ. 저항 •   • c
ㄹ. 스위치 •   • d
ㅁ. 전류계 •   • e
ㅂ. 전압계 •   • f

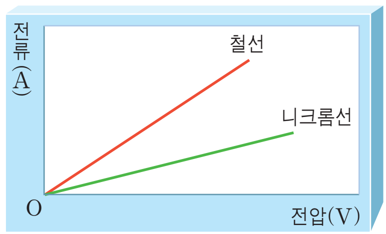


4 그림과 같이 전지, 스위치, 전구를 전선으로 연결하여 전구에 불을 켰을 때, 전자의 이동 방향과 전류의 방향을 쓰시오.



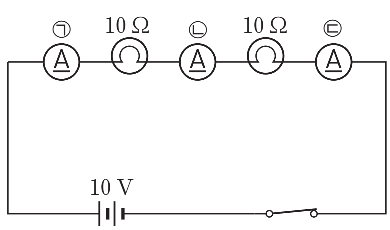
(1) 전자의 이동 방향: (   )
(2) 전류의 방향: (   )

5 철선과 니크롬선에 전류를 흐르게 하고 전압과 전류를 측정하였더니 그래프와 같았다.



철선과 니크롬선 중에서 저항이 더 큰 것은?

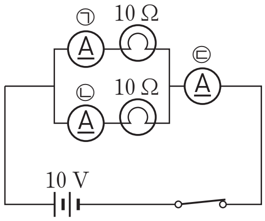
6 그림과 같이 저항이 10 Ω인 전구 두 개를 10 V의 전지에 연결한 후 전류계 A, B, C로 전류를 측정하였다.



각 전류계에 측정되는 전류의 세기를 쓰시오.
(1) ㉠: (   )A
(2) ㉡: (   )A
(3) ㉢: (   )A

개념 적용하기

7 그림과 같이 저항이 10 Ω인 전구 두 개를 10 V에 연결한 후 전류계 A, B, C로 전류를 측정하였다.



각 전류계에 측정되는 전류의 세기를 쓰시오.

(1) ㉠: (　　　)A　　(2) ㉡: (　　　)A

(3) ㉢: (　　　)A

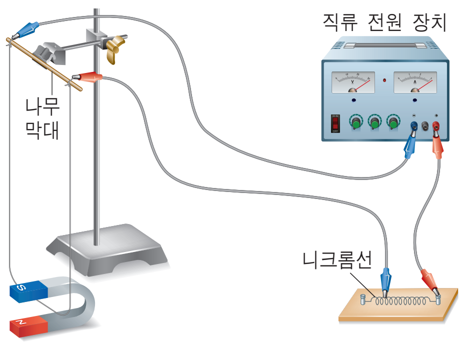
8 다음 전기 기구 중 전기 에너지가 역학적 에너지로 전환되는 경우는?

① 전기난로　　② 전기장판

③ 전기세탁기　　④ 전기다리미

⑤ 전기 토스터

9 그림과 같이 ㄷ자형 도선의 한 변을 말굽 자석의 N극과 S극 사이에 장치하였다.



도선에 전류를 흘렸을 때 도선이 움직이는 현상을 보고 알 수 있는 것은?

① 도선의 운동에 의한 유도 전류

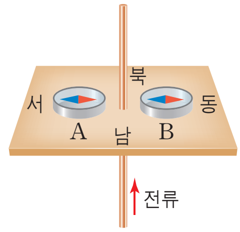
② 자기장 속에서 전류가 받는 힘

③ 전류에 의한 소비 전력의 크기

④ 전자기 유도에 의한 전류의 발생

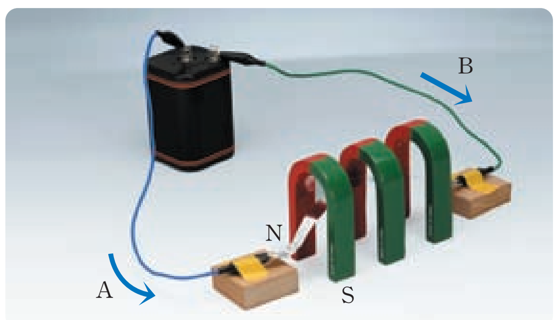
⑤ 전류가 흐르는 도선에 생기는 자기장

10 그림과 같이 직선 도선 주위에 나침반을 놓았다. 도선에서 전류가 위쪽으로 흐를 때 나침반 A, B에서 자침의 N극이 가리키는 방향을 바르게 짝지은 것은?



	A	B
①	동쪽	서쪽
②	서쪽	동쪽
③	서쪽	북쪽
④	남쪽	북쪽
⑤	북쪽	남쪽

11 그림과 같이 자석 사이에 얇은 알루미늄박을 넣고 전류를 흘렸더니 알루미늄박이 위로 볼록하게 솟아올랐다.



알루미늄박에 흐르는 전류의 방향은 A, B 중 어느 쪽인가?

12 코일과 자석을 이용하여 유도 전류를 발생시킬 수 없는 경우는?

① 자석의 N극을 코일 속에서 빼낸다.

② 코일을 자석의 N극 쪽으로 접근시킨다.

③ 자석의 S극을 코일 속으로 가까이 한다.

④ 자석의 N극을 코일 속으로 가까이 한다.

⑤ 자석의 N극을 코일 속에 넣고 움직이지 않는다.

개념 응용하기

창의·인성 키우기

1 풍선을 머리카락에 마찰시켜서 정전기를 띠게 한 후 벽에 대면 달라붙는다.
풍선이 벽에 달라붙는 이유를 서술하시오.

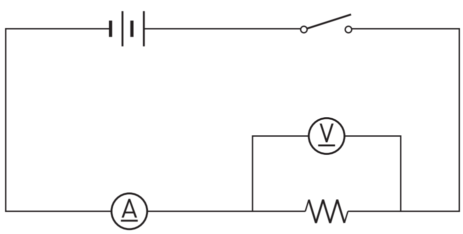


창의·인성 키우기

2 전기 회로를 물의 흐름과 비교하여 설명할 때, 전지는 펌프, 전구는 물레방아, 물의 흐름은 전류로 비유한다. 이와 같은 비유로 설명할 때 생길 수 있는 문제점들을 서술하시오.

탐구력 기르기

3 그림과 같은 회로에서 전류계는 저항에 직렬로 연결하고, 전압계는 저항에 병렬로 연결하여 전류와 전압을 측정할 수 있다. 이때 전류계의 저항은 매우 작고, 전압계의 저항은 매우 크다.



(1) 전류계의 저항이 매우 크면 저항에 흐르는 전류는 어떻게 되겠는가?

(2) 전압계의 저항이 매우 작으면 저항에 흐르는 전류는 어떻게 되겠는가?

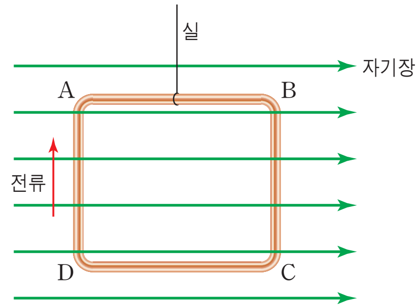
탐구력 기르기

4 그림과 같이 아래에서 위로 전류가 흐를 때 전류가 흐르는 도선 주위에 생기는 자기장의 방향을 표시하고, 자기장의 세기를 비교할 수 있도록 자기장을 그리시오.



분석력 키우기

5 그림과 같이 자기장 속에 사각형 도선을 실에 매달아 놓았다. 이 사각형 도선에 화살표 방향으로 전류가 흐르는 순간 사각형 도선에 나타나는 현상을 서술하시오.



탐구력 기르기

6 마이크는 소리를 전기 신호로 전환하고, 스피커는 이 전기 신호를 다시 소리로 전환한다. 하지만 마이크를 사용하여 전기 신호를 소리로 전환할 수도 있다. 이러한 마이크의 원리를 짧게 서술하시오.





프루스트(Proust, J. L. ; 1754~1826)



프랑스에서 태어난 프루스트는 1799년에 스페인 마드리드의 실험실에서 한 화합물을 구성하는 원소의 질량비가 일정하게 정해져 있다는 '일정 성분비 법칙'을 실험으로 증명하였다.

1808년에 나폴레옹의 군대에 의해 실험실이 붕괴되어 프루스트는 다시 프랑스로 돌아왔고, 1816년에 프랑스 아카데미 회원이 되었다. 그는 분석 시약으로 황화 수소를 개발하였고, 화합물 조성을 중량 %로 표시했으며 결정 포도당 정제 등의 업적을 남겼다.



Ⅱ 화학 반응에서의 규칙성

❖ 이 단원에서는

화학 반응은 실험실에서뿐만 아니라 우리 일상생활에서도 다양하게 일어나고 있다.

이 단원에서는 화학 변화를 물리 변화와 비교하여 어떤 차이점이 있는지 알아보자. 또 실험을 통해 화학 반응 전과 후의 질량 관계, 화합물을 구성하는 원소 사이의 질량비에서 나타나는 규칙성을 알아보자.

그리고 화학 반응을 원소 기호를 사용하여 화학 반응식으로 나타내고, 화학 반응식에서 계수의 의미를 알아보자.

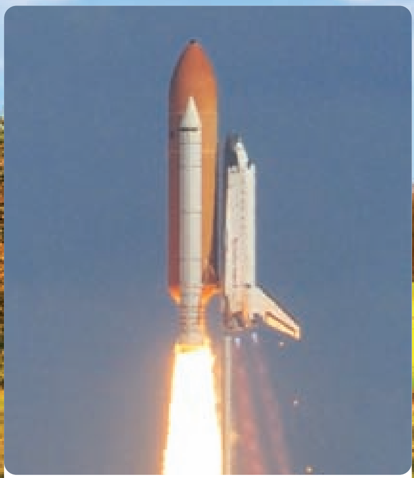
1

» 중단원 미리 보기

물질의 변화와 화학 반응

나뭇잎의 변화

초록색이던 잎이 가을이 되면 빨간색, 노란색, 갈색 등으로 알록달록하게 변한다. 이때 잎 속의 엽록소가 분해되고, 안토사이아닌이라는 물질이 생성된다. 이와 같은 과정은 어떤 변화일까?



수소와 산소의 화합

우주 왕복선의 수소 연료가 산소와 반응할 때 어떤 변화가 일어날까?



과산화 수소의 분해

과산화 수소가 분해될 때 어떤 물질이 생성될까?

일상생활 속의 물질은 다양하게 변화하며, 물질의 변화는 크게 물리 변화와 화학 변화로 나눌 수 있다. 특히 화학 변화는 새로운 성질을 갖는 물질이 생기는 변화인데, 우리 주변에는 어떤 변화가 일어나고 있을까?



질산 납과 아이오딘화 칼륨의 치환

아이오딘화 칼륨과 질산 납의 반응에서는 어떤 이온들이 치환될까?



알코올의 연소

알코올이 산소와 반응할 때 어떤 물질이 생성될까?



1-1 물리 변화와 화학 변화



도자기를 만드는 과정은 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 반죽한 흙으로 원하는 모양을 만드는 과정과 유약을 발라 가마에 굽는 과정이다. 이 두 가지 과정에서 일어나는 변화는 어떻게 다를까?

학습 목표

- 물리 변화와 화학 변화의 차이점을 말할 수 있다.
- 일상생활에서 물리 변화와 화학 변화의 예를 찾을 수 있다.

반죽한 흙으로 그릇의 모양을 만드는 과정에서 흙의 성질은 변하지 않고 그대로 유지된다. 그러나 모양을 낸 흙에 유약을 발라 가마에 구우면 원래 흙이 가지고 있던 성질을 잃고 새로운 성질을 갖는 물질로 변한다.

유약
도자기의 표면에 유약을 발라 구우면 액체나 기체가 도자기에 스며들지 못하고 광택이 난다.

한편, 과일은 껍질을 벗겨 내고 작게 자르더라도 맛과 향이 변하지 않는다. 그러나 과일을 먹으면 몸속에서 소화가 일어나 영양소로 흡수되고 남은 찌꺼기는 배출된다. 이때 과일에 들어 있던 영양소는 소화관 속에서 소화 효소에 의해 다른 성질을 가진 물질로 변화하여 우리 몸에 흡수된다.



그림 Ⅱ-1 도자기



그림 Ⅱ-2 과일 먹기

이와 같이 물질의 상태나 모양, 크기는 변하지만 물질이 가진 고유한 성질은 변하지 않는 것을 **물리 변화**라고 한다. 그리고 물질 본래의 성질이 달라져서 처음 물질과는 전혀 다른 물질로 변하는 것을 **화학 변화**라고 한다.

양초를 이용하여 물리 변화와 화학 변화를 구분해 보자.

탐구 활동 물리 변화와 화학 변화 실험

목·표

물리 변화와 화학 변화를 구분하여 설명할 수 있다.

준·비·물

양초, 페트리 접시, 자, 점화기

유·의·점

양초는 지름이 3 cm 미만인 것을 준비하여 촛농이 빨리 흘러내릴 수 있도록 한다.

과정

❶ 양초를 페트리 접시 위에 세우고 자로 높이를 잰다.
❷ 양초의 심지에 불을 붙여 양초의 심지 부분을 관찰한다.
❸ 양초가 탈 때 촛농이 흘러내리는 부분의 변화를 관찰한다.





결과

1 양초의 높이는 처음과 비교하여 어떻게 달라지는가?

2 과정 ❷와 ❸에서 관찰할 수 있는 변화를 설명해 보자.

해석

양초가 타면서 나타나는 변화를 물리 변화와 화학 변화의 관점으로 설명해 보자.

양초에서 흘러내리는 촛농은 고체 양초가 열을 흡수하여 액체 상태로 변한 것인데, 열을 방출하면 다시 굳는다. 이때 양초를 이루는 분자의 배열만 변할 뿐 분자의 종류는 변하지 않으므로 양초 본래의 성질은 변하지 않는다.

한편, 양초에 불을 붙이면 빛과 열을 내면서 탄다. 이때 양초는 다른 물질이 되어 공기 중으로 날아가 버린다. 즉, 양초가 탈 때에는 양초를 이루는 원자 배열이 달라져 새로운 성질을 갖는 물질이 생성된다.

물리 변화의 예

설탕 가루를 물에 녹이면 설탕 가루는 눈에 보이지 않지만, 그 물에서는 단맛이 난다. 이것은 설탕이 물에 용해되면서 아주 작은 크기의 분자 상태로 떨어져 나오기 때문이다. 이때 물에 넣기 전의 설탕과 물에 용해된 설탕의 성질은 같다.

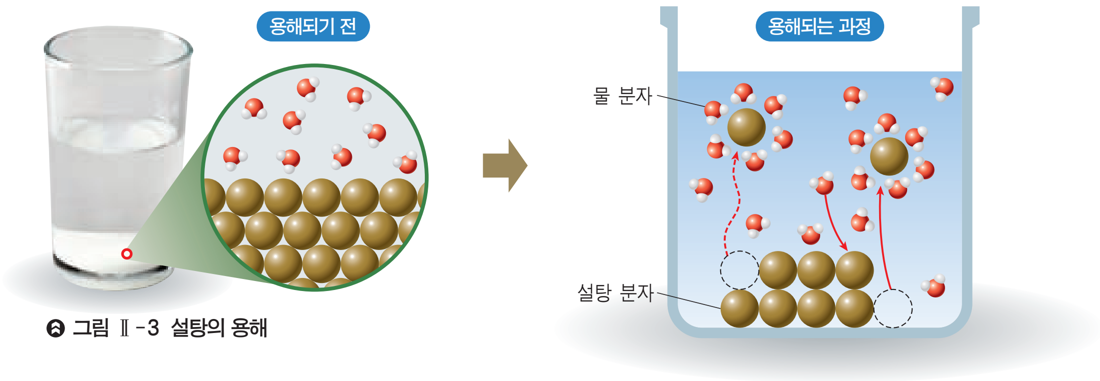


그림 Ⅱ-3 설탕의 용해



그림 Ⅱ-4 잉크의 확산

물속에 잉크를 떨어뜨리면 분자 운동에 의해 잉크가 확산하여 물 전체가 잉크 색으로 변하게 된다. 이때에도 잉크를 이루는 분자의 종류는 변하지 않고 잉크를 이루는 분자의 위치만 변한다. 이 밖에도 요리를 하기 위해 음식 재료를 먹기 좋은 크기로 자르는 것, 나무나 보석을 깎거나 유리를 녹여 공예품을 만드는 것 등은 물리 변화의 다양한 예이다.

그림 Ⅱ-5 물리 변화의 예



화학 변화의 예

기온이 높고 습한 여름철에 음식물을 잘못 보관하면 부패하여 악취가 난다. 이러한 음식물은 음식물 자체의 성질이 변하여 다른 물질로 변했기 때문에 먹을 수 없다.

또 달걀을 깨서 프라이팬에 넣어 가열하면 투명하던 흰자가 흰색으로 변하면서 굳어진다. 그리고 식초에 달걀을 넣으면 달걀 껍데기가 식초에 녹아 이산화 탄소 기체가 발생하면서 점점 얇아진다. 이러한 현상은 모두 물질 본래의 성질과는 다른 새로운 성질을 갖는 물질로 변한 것이다.

앙금
서로 다른 수용액을 섞었을 때 새롭게 생성되는 물질로, 물에 녹지 않고 가라앉는 물질



그림 Ⅱ-6 사과의 부패



그림 Ⅱ-7 달걀 프라이



그림 Ⅱ-8 달걀 껍데기의 변화

이 밖에도 도시가스와 같은 연료를 연소시킬 때 빛과 열을 내는 현상, 불꽃놀이를 할 때 불꽃이 빛나는 현상, 과일이 익거나 금속이 부식되는 현상, 서로 다른 수용액을 섞었을 때 앙금이 생성되는 현상 등은 모두 화학 변화가 일어난 것이다.

그림 Ⅱ-9 화학 변화의 예





코크스
석탄이나 석유를 원료로 해서 만든 고체 탄소 연료이다.

한편, 일상생활에서 많이 사용하는 금속 중 하나인 철을 철광석으로부터 얻는 과정은 물리 변화와 화학 변화를 모두 포함한다. 광산에서 채취한 철광석에 포함되어 있는 철은 산소와 결합된 형태로 존재한다. 이 철광석을 잘게 부수어 코크스, 석회석과 함께 용광로에 넣어 가열하면 코크스는 산소와 결합하여 일산화 탄소가 되고, 일산화 탄소는 철에 결합된 산소를 빼앗기 때문에 순수한 철을 얻을 수 있다. 이 철을 가공하여 다양한 형태의 철 제품을 만든다.

그림 Ⅱ-10 철을 얻는 과정



철광석 채취

철 제품

잠깐 체크 다음 현상들을 물리 변화와 화학 변화로 구분해 보자.

용해	연소	확산	부식	앙금생성

자기 주도 학습

개념 확인하기
물리 변화와 화학 변화의 차이점을 설명해 보자.

생활 속 문제 해결하기
상처가 났을 때 과산화 수소수로 소독하면 거품이 생기는데, 이것은 어떤 변화에 속하는가?

과학과 기술, 사회 연관 짓기
고철을 처리할 때 일어나는 물리 변화와 화학 변화를 조사해 보자.

체험 활동

문화재 보존 과학자

문화재란 기념물, 민속 자료, 생활 양식 등 문화적 가치가 있다고 인정되는 것을 말한다. 이러한 문화재는 조사와 발굴도 중요하지만 복원과 올바른 보존 또한 매우 중요하다.

문화재는 오랜 기간에 걸쳐 전해져 내려왔기 때문에 그 구성 물질이 주위의 환경, 즉 온도, 습도, 조명, 먼지, 햇빛, 유해 가스 등에 의해 훼손될 수 있다. 환경이 변하면 문화재에서 물리 변화와 화학 변화가 일어날 수 있기 때문이다. 따라서 문화재의 보존을 위해서는 환경 조건을 잘 조절해야 한다.

문화재를 다루는 일은 역사, 미술, 고고학뿐만 아니라 지질학, 화학, 생명 과학 등 다양한 지식을 요구하기 때문에 인문학과 자연 과학의 접목이 필수이다. 1990년대 이후 과학적으로 문화재를 보존하고 복원하기 위한 전문가의 필요성이 새롭게 인식되면서 국내의 몇몇 대학에서 문화재 보존에 관한 학문을 연구하는 학과가 신설되었다. 이러한 학과를 졸업한 사람들은 문화재 수리 기능자나 기술자, 박물관 · 미술관 학예사 등의 자격증을 취득하여 전문적으로 일을 할 수 있다. 또 국립 · 공립 · 사립 박물관과 문화재 연구소, 각 지방 자치 단체의 문화재 관련 부서, 발굴 조사 전문 기관 등으로 진출할 수 있다.



보신각 종의 보존 처리



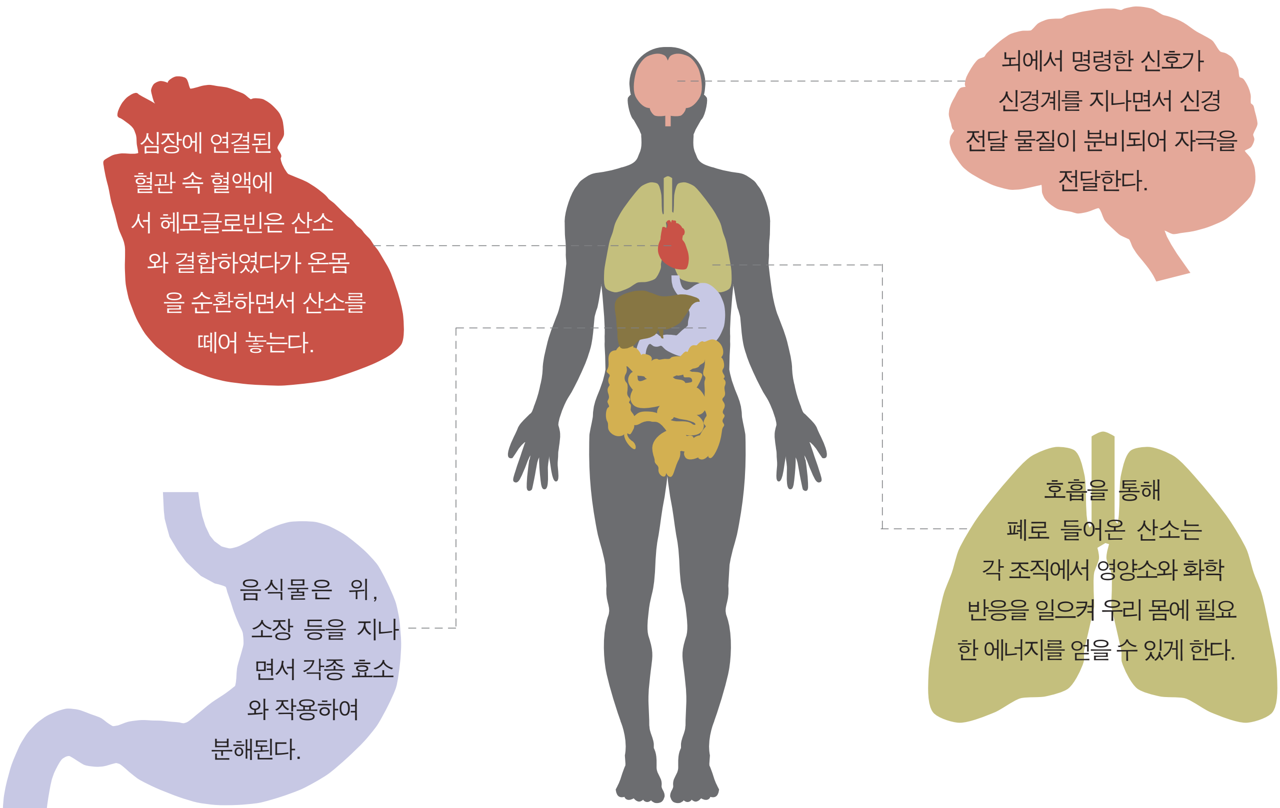
동제금은입사향로의 보존 처리 과정

1-2 여러 가지 화학 반응

학습 목표

- 여러 가지 화학 반응에 대해 설명할 수 있다.
- 화학 반응을 모형으로 나타낼 수 있다.

우리 몸에서는 다양한 형태의 화학 변화가 일어난다. 음식물을 섭취하면 음식물 속에 들어 있던 영양소는 소화 효소에 의해 작게 분해되고, 산소와 반응하여 에너지를 낸다. 또 여러 가지 물질들은 화학 변화를 일으켜 각종 신호를 전달하기도 한다.



이처럼 몸에서 일어나는 화학 변화뿐만 아니라, 생활 주변에서 일어나는 다양한 화학 변화는 어떻게 나눌 수 있을까?

화학 반응은 화학 변화와 같은 뜻으로 사용되며, 화학 반응이 일어나기 전의 물질을 **반응 물질**이라고 하고, 화학 반응이 일어난 후의 물질을 **생성 물질**이라고 한다. 이러한 화학 반응은 혈액이나 각 조직에서 일어나는 반응과 같이 물질이 화합하는 반응, 소화 기관에서 일어나는 반응과 같이 물질이 분해되는 반응, 또 치환 반응과 연소 반응 등으로 나눌 수 있다.



여럿이 하나가 되는 반응 - 화합

크기가 다른 여러 가지 모양의 블록들을 다양한 방법으로 조합해 보면 하나의 의미 있는 형태가 만들어진다. 이처럼 여럿이 하나가 되는 반응에 대하여 알아보자.

강철 솜을 불꽃에 넣어 가열하면 색깔이 검게 변하면서 탄다. 검게 탄 강철 솜을 충분히 식힌 다음 질량을 재어 보면 처음보다 질량이 증가하였음을 알 수 있다. 또 자석을 대어 보면 연소 전의 강철 솜은 자석에 끌려오지만, 연소 후의 강철 솜은 자석에 끌려오지 않는다. 그 이유는 강철 솜이 타면서 산소와 반응하여 새로운 물질인 산화 철(Ⅱ)로 변하여 성질이 달라졌기 때문이다.

산화 철(Ⅱ)과 산화 철(Ⅲ)
- 산화 철(Ⅱ): FeO. 철을 가열해서 얻을 수 있고, 검은색을 띤다.
- 산화 철(Ⅲ): Fe_2O_3. 철이 녹슬었을 때 얻을 수 있으며, 붉은색을 띤다.

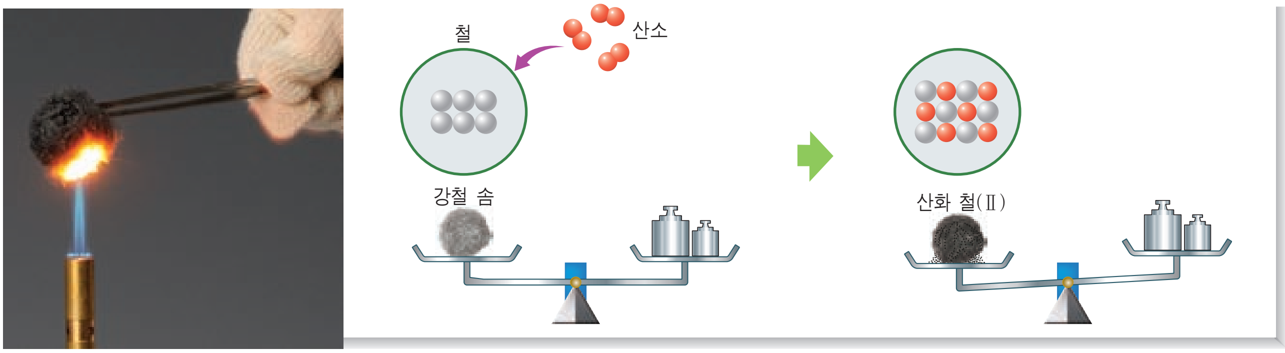


그림 Ⅱ-11 철과 산소의 화합

이와 같이 두 가지 이상의 물질이 결합하여 하나의 새로운 물질을 생성하는 반응을 **화합**이라고 하고, 이때 생성된 물질을 **화합물**이라고 한다. 화합이 일어나면 반응하는 물질을 이루고 있던 원자들이 새롭게 결합하면서 원래의 물질과는 전혀 다른 성질의 물질로 변한다.

화합의 모형



마그네슘이 산소와 반응하여 산화 마그네슘이 되는 반응은 화합의 대표적인 예이다. 이를 모형과 함께 나타내면 보다 쉽게 이해할 수 있다.

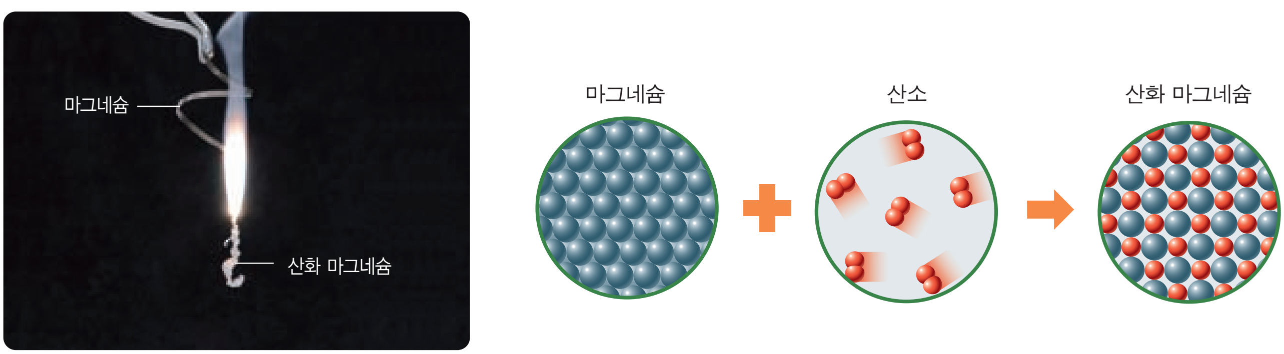


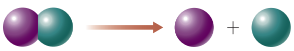
그림 Ⅱ-12 마그네슘과 산소의 화합

잠깐 체크 철이 녹스는 것은 어떤 종류의 화학 반응에 속하는가?

하나가 여럿이 되는 반응 - 분해

서양의 민속 무용인 포크 댄스를 보면 두 사람이 손을 맞잡고 춤을 추다가 손을 놓고 떨어져서 춤을 추기도 한다. 화학 반응에서도 이렇게 하나가 여럿이 되는 반응이 있다.

분해의 모형



검은색을 띠는 산화 은을 천천히 가열하면 산소가 발생하고, 은백색의 은이 남는다. 이와 같이 한 가지 물질이 두 가지 이상의 물질로 나누어지는 반응을 **분해**라고 하고, 분해는 화합과 반대 과정이다.

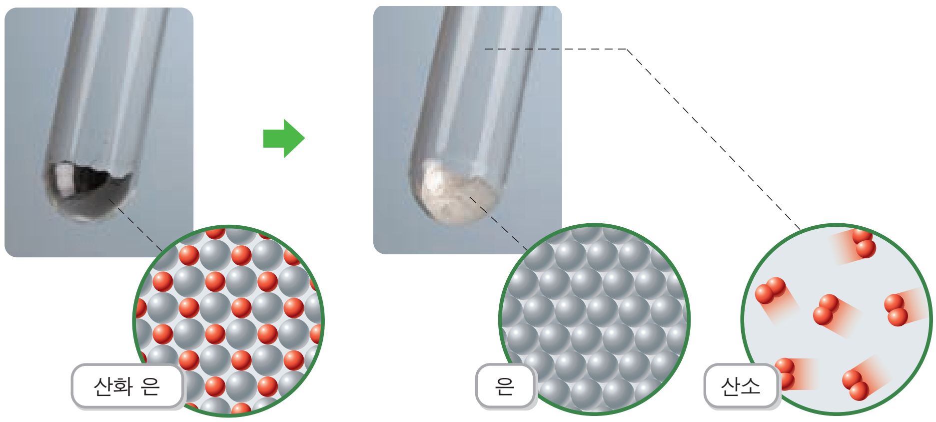
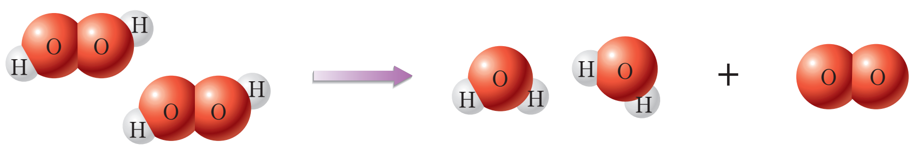


그림 Ⅱ-13 산화 은의 분해

과산화 수소수에서는 기포가 발생하는데, 이것은 과산화 수소가 물과 산소로 분해되기 때문이다.





또 밀가루 반죽에 베이킹파우더를 넣고 가열하면 밀가루 반죽이 부풀어 오르면서 빵이 만들어진다. 이것은 베이킹파우더에 들어 있는 탄산수소 나트륨이 열에 의해 분해되면서 이산화 탄소 기체가 발생하기 때문이다.

탄산수소 나트륨 → 이산화 탄소 + 탄산 나트륨 + 물

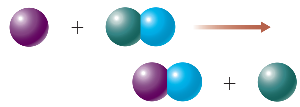
잠깐 체크 탄산 칼슘($CaCO_3$)을 가열하면 산화 칼슘(CaO)과 이산화 탄소(CO_2)가 생성된다. 이것은 어떤 종류의 화학 반응에 속하는가?

자리를 바꾸는 반응 - 치환

자기가 쓰지 않는 물건들을 내놓고 서로 필요한 물건으로 바꾸어 가는 나눔 장터가 있다. 화학 반응에서도 두 물질이 반응할 때 한 물질의 구성 입자가 다른 물질의 구성 입자와 자리를 바꾸는 반응이 일어나는데, 이를 **치환**이라고 한다.

질산 은 수용액에 구리 조각을 넣으면 구리 조각의 표면에 은이 석출된다. 이 반응에서 구리는 수용액 속에 이온으로 녹아들어 가고, 은 이온은 구리의 표면에서 금속 은으로 석출된다. 이것은 은 이온이 구리 이온으로 치환되었기 때문이다.

치환의 모형



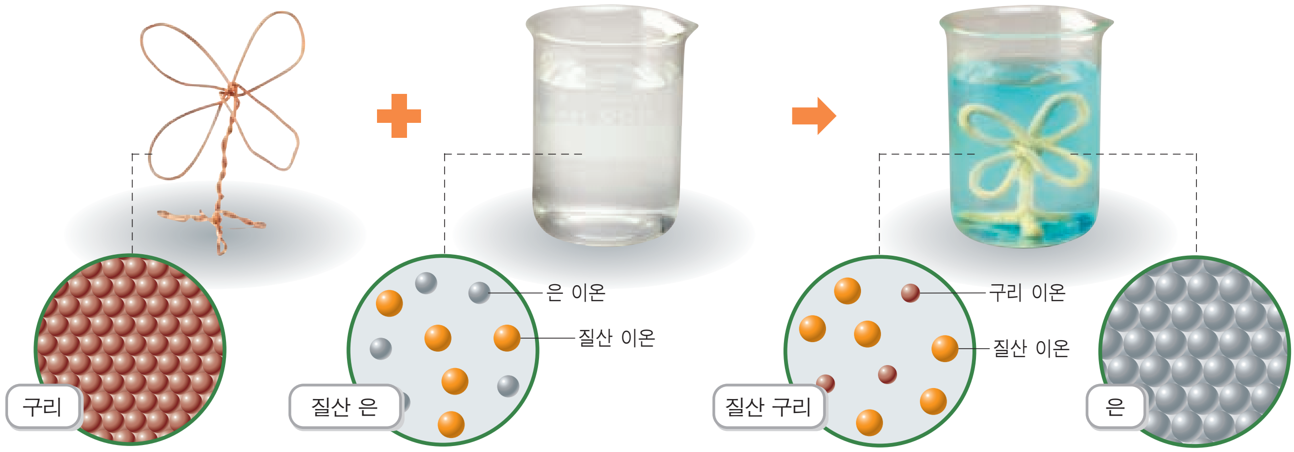


그림 Ⅱ-14 구리와 질산 은의 치환

염산에 아연 조각을 넣으면 수소 기체가 발생한다. 이 반응에서 염산에 존재하는 수소 이온은 수소 기체로 빠져나가고, 아연 조각에서 녹아나온 아연 이온이 수소 이온 대신 염화 이온과 결합한다.

구리와 질산 은의 반응 모형

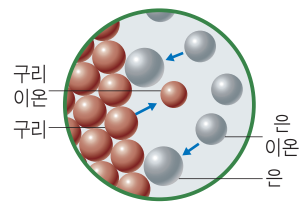
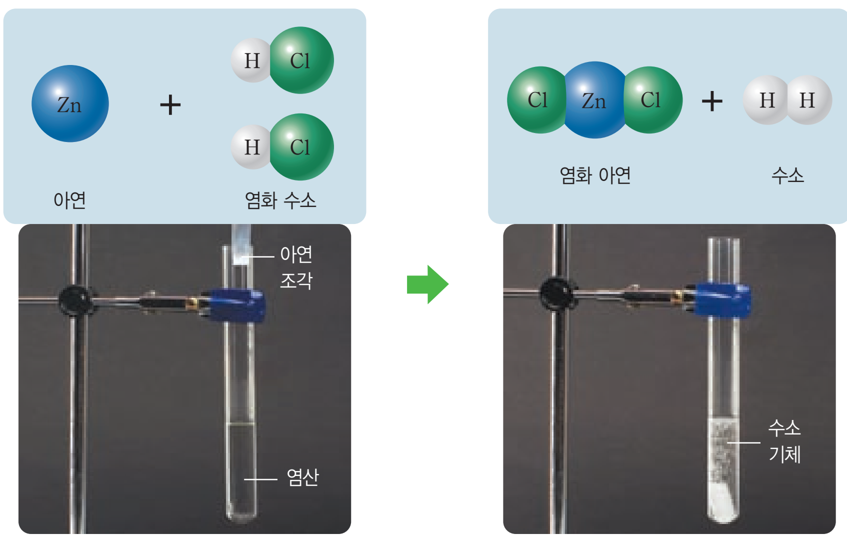
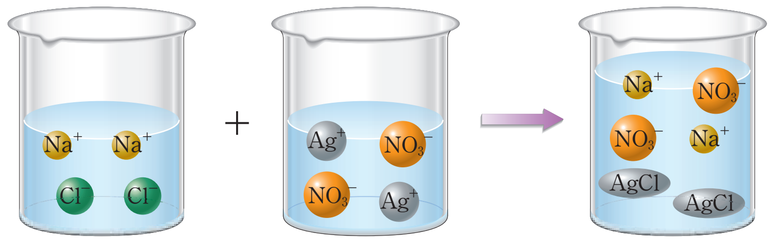


그림 Ⅱ-15 아연과 염화 수소의 치환



염산
염화 수소(HCl)를 물에 녹여 만든 염화 수소 수용액이다.

한편, 두 이온이 동시에 자리를 바꾸어 새로운 물질을 만드는 반응도 있다. 염화 나트륨 수용액에 질산 은 수용액을 가하면 흰색 앙금이 생성된다. 이 반응에서 염화 이온과 은 이온은 서로 자리를 바꾸어 결합하고, 나트륨 이온과 질산 이온은 수용액에 남게 된다.



빛과 열이 나는 반응 - 연소

양초가 타거나 가스레인지의 가스 또는 숯불이 타는 과정 등은 공통적으로 빛과 열이 나는 반응이다. 이와 같이 물질이 산소와 빠르게 반응하여 빛과 열을 내면서 다른 물질로 변하는 화학 반응을 **연소**라고 한다.



그림 Ⅱ-16 촛불



그림 Ⅱ-17 가스레인지의 불꽃



그림 Ⅱ-18 숯불

염화코발트 종이
수분이 없으면 파란색을 띠고, 수분이 있으면 붉은색을 띠므로 수분을 검출할 때 사용한다.

석회수
수산화 칼슘 수용액이다. 이산화 탄소와 반응하여 흰색 앙금을 생성하므로 이산화 탄소의 검출에 사용한다.

연소 과정에서는 빛과 열을 내는 것 외에 어떤 물질들이 만들어질까? 집기병 안에서 에탄올을 연소시켜 보면 확인할 수 있다.

에탄올을 연소시킨 후 집기병의 안쪽 벽에 파란색의 염화코발트 종이를 대어 보면 붉게 변하고, 석회수를 넣고 흔들어 보면 석회수가 뿌옇게 흐려진다. 염화코발트 종이가 붉게 변한 것은 연소 후에 물이 생성되었음을 나타내고, 석회수가 뿌옇게 흐려진 것은 이산화 탄소가 생성되었음을 나타낸다. 즉, 에탄올이 연소하면 물과 이산화 탄소가 생성됨을 알 수 있다.

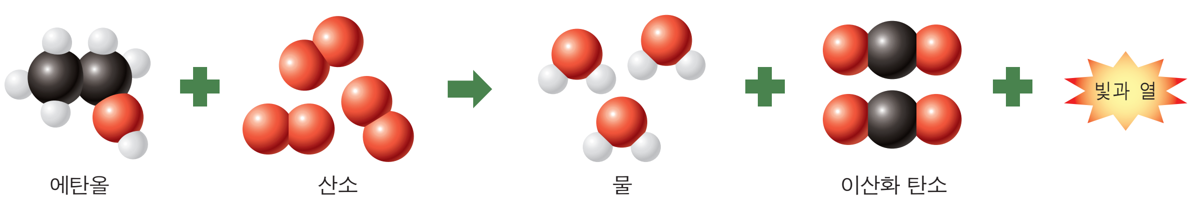




그림 Ⅱ-19 에탄올의 연소 후 생성된 물질의 확인

연소 과정에서는 반응 물질의 성분 원소와 산소가 반응하여 새로운 물질을 생성하는데, 이를 통해 반응 물질이 가지고 있는 원소의 종류를 알 수 있다. 즉, 에탄올은 탄소를 포함하고 있어 이산화 탄소가 생성되고, 수소를 포함하고 있어 물이 생성된다.

우리 몸속에서 일어나는 영양소의 분해 과정을 통해서도 영양소의 성분 원소를 알 수 있다. 우리 몸속의 영양소는 호흡을 통해 흡수한 산소와 반응하여 에너지를 내는데, 이때 이산화 탄소와 물이 생성된다. 따라서 영양소에도 탄소와 수소가 포함되어 있음을 알 수 있다.

스스로 해결하기

뷰테인(C_4H_{10})을 연소시키면 이산화 탄소와 물이 생성된다. 이로부터 뷰테인이 탄소와 (   )로 이루어져 있음을 알 수 있다.

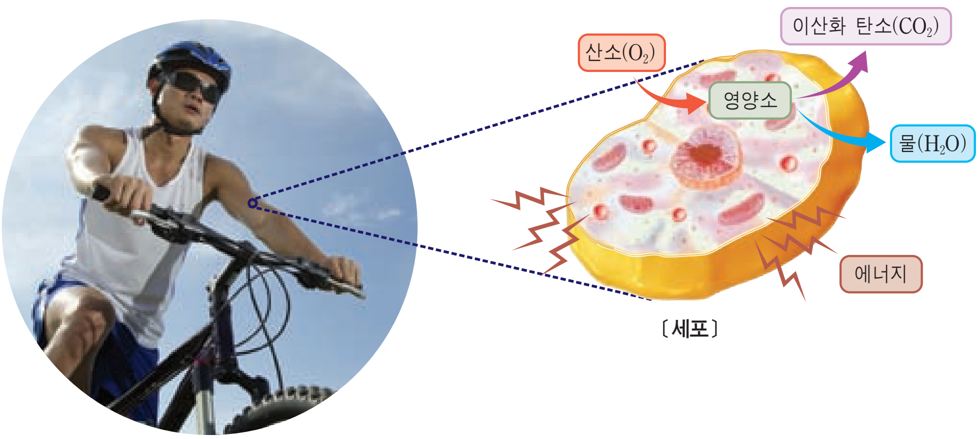


그림 Ⅱ-20 영양소의 분해 과정

자기 주도 학습

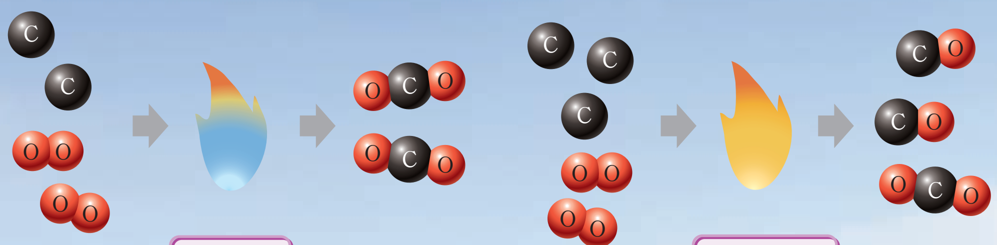
개념 확인하기	생활 속 문제 해결하기	과학과 기술, 사회 연관 짓기
화학 반응의 종류에는 어떤 것이 있는가?	분말 소화기를 사용하여 불을 끄는 원리는 무엇인가?	우리 주변에서 일어나는 화학 반응에 대해 조사해 보자.

보충·심화

창의·인성 활동

완전 연소와 불완전 연소

물질이 연소하려면 산소가 필요하다. 이 과정에서 산소가 충분하면 물질이 모두 연소하는데, 이러한 반응을 완전 연소라고 한다. 그러나 산소가 충분하지 않으면 물질이 완전히 타지 못하는데, 이러한 반응은 불완전 연소라고 한다. 일반적으로 탄소를 가진 물질이 완전 연소하면 이산화 탄소가 발생하지만, 불완전 연소하면 일산화 탄소나 그을음이 발생한다.

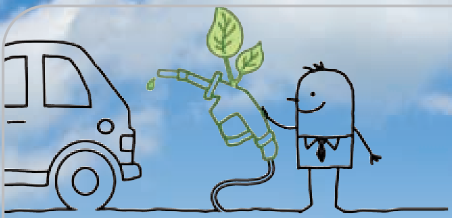


일산화 탄소는 몸속에서 적혈구의 헤모글로빈과 강하게 결합하여 혈액의 산소 공급을 방해한다. 또 그을음은 대기 중의 먼지가 되거나 자동차 등의 내연 기관의 효율을 떨어뜨린다. 따라서 불완전 연소되면 연료가 낭비될 뿐만 아니라, 해로운 물질이 생성되므로 가능한 한 완전 연소가 되도록 하는 것이 좋다. 그러기 위해서는 연소가 활발하게 일어날 수 있도록 온도를 높여 주거나 촉매를 사용하고, 충분한 양의 산소를 공급해 주어야 한다.

물음 1 불완전 연소가 인간의 호흡기에 미치는 영향은 무엇인가?

2 천연가스와 휘발유 중에서 완전 연소가 더 잘 일어나는 것은 어떤 연료인가?





STEAM 융합

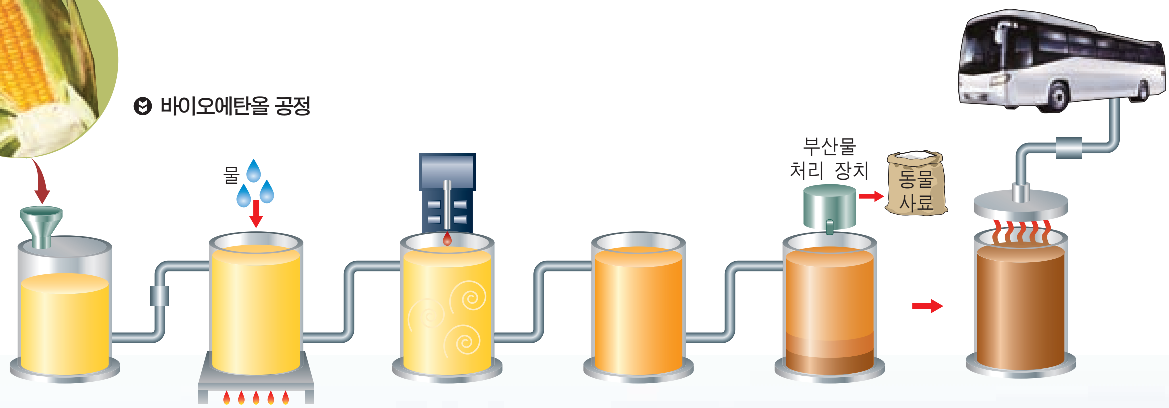
바이오 연료

우리는 오랜 기간 동안 화석 연료를 에너지원으로 사용해 왔다. 그러나 최근에는 화석 연료를 지나치게 많이 사용함으로써 여러 가지 문제점들이 제기되면서 화석 연료를 대신할 수 있는 바이오 연료에 대한 관심이 높아지고 있다. 바이오 연료는 식용유, 동물성 지방 등과 같은 생체 물질을 원료로 하는 연료를 통틀어 말하는 것으로서, 기존의 연료를 완전히 대체하거나 기존 연료와 섞어서 사용할 수 있다. 현재는 휘발유와 섞어서 쓰는 바이오에탄올, 경유와 섞어서 쓰는 바이오디젤이 가장 보편적이다. 바이오 연료는 연료로서의 안정성과 환경 친화성, 경제성 등이 입증되면서 상용화 속도가 더욱 빨라지고 있다.

최근 가장 주목을 받고 있는 바이오 연료는 사탕수수와 옥수수를 발효시켜 만드는 바이오에탄올이다. 사탕수수를 대량으로 재배할 수 있는 환경을 갖춘 브라질은 바이오 연료의 상용화에 성공한 나라로 꼽힌다. 브라질 정부에서는 휘발유에 20 % 이상 바이오에탄올을 혼합하도록 법으로 정하였는데, 이것도 바이오에탄올의 상용화를 더욱 촉진시켰다. 그러나 바이오에탄올의 소비 촉진은 국제 곡물 가격의 상승을 초래하는 등 여러 가지 부작용을 낳아 해조류를 이용한 바이오에탄올을 생산하는 방향으로 바뀌고 있다.



바이오에탄올 공정



❶ **제분과 용해**_ 옥수수를 갈아서 가루로 만들고, 여기에 물을 섞어 걸쭉하게 만든다.

❷ **당화와 발효**_ 옥수수 반죽에 효소를 넣어 녹말을 포도당으로 변화시킨 다음, 효모를 넣어 당을 발효시키면 에탄올이 생성된다.

❸ **증류와 탈수**_ 증류시켜 농도를 높인 에탄올을 탈수시킨다. 이 에탄올에 휘발유와 첨가제를 넣어 연료로 사용하고, 남은 옥수수 찌꺼기 등은 부산물 처리 장치로 보낸다.

글쓰기 바이오 연료는 주로 인간이 식량으로 사용하는 물질을 원료로 해서 얻는다. 바이오 연료의 생산을 해조류로 대체해 나가는 이유를 글로 써 보자.



2

» 중단원 미리 보기

화학 반응에서의 질량 관계

2-1 질량 보존 법칙 | 2-2 일정 성분비 법칙 | 2-3 화학 반응식



자전거를 이루는 부품들의 관계

자전거는 손잡이, 몸체, 체인, 페달, 바퀴 등으로 이루어져 있다. 이 중에서 어느 하나라도 없으면 자전거를 만들 수 없고, 각각의 질량을 합하면 자전거의 전체 질량과 같다. 자전거 두 대를 만들려면 각 부품은 몇 개가 필요할까?

수소와 산소가 화합하여 물이 되는 것은 대표적인 화학 반응이다. 이때 반응 전 수소와 산소의 질량의 합은 반응 후 물의 질량과 어떤 관계가 있으며, 물을 분해하여 얻은 수소와 산소의 질량 사이에는 어떤 관계가 있을까? 또 이러한 화학 반응을 간단한 식으로 표현할 수 있을까?



식물의 광합성 반응식

녹색 식물은 빛에너지를 이용해 이산화 탄소와 물로부터 포도당과 산소를 만든다.

$$\underset{\text{이산화 탄소}}{6CO_2} + \underset{\text{물}}{6H_2O} \rightarrow \underset{\text{포도당}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{산소}}{6O_2}$$

이산화 탄소와 물, 산소의 계수 '6'은 어떤 의미가 있을까?



2-1 질량 보존 법칙

우리는 여러 가지 모양의 양초를 직접 만들어 실내 장식을 하거나 선물을 하기도 한다. 양초 공예를 할 때에는 우선 양초의 재료인 파라핀을 녹여 염료와 향료를 섞는다. 원하는 모양의 틀 가운데에 심지를 세우고 녹인 파라핀을 부어 완전히 굳힌 다음 양초를 틀에서 떼어 내면 완성된다.

이때 녹이기 전과 후 파라핀의 질량은 같을까? 또 양초에 불을 켜 놓으면 양초의 질량은 어떻게 변할까?

학습 목표

- 여러 가지 화학 반응에서 반응 전후에 질량이 보존됨을 설명할 수 있다.
- 모형을 이용해 질량 보존 법칙을 설명할 수 있다.

용해와 용해

- 융해: 고체 상태의 물질이 녹아 액체 상태로 변하는 것을 말한다.
- 용해: 한 물질이 다른 물질에 녹아 고르게 섞이는 과정을 말한다.

양초 조각을 가열하면 녹아서 액체 상태로 변하고, 설탕을 물에 녹이면 물 속의 설탕이 눈에 보이지 않는다. 이러한 변화가 일어날 때 질량은 어떻게 될까?

양초가 녹거나 설탕이 물에 녹는 것은 물리 변화이므로, 물질의 상태나 모양 또는 부피가 변하지만 물질 본래의 성질은 변하지 않는다. 이것은 물질을 이루는 분자의 배열은 변하지만 분자의 종류는 변하지 않기 때문이다. 또 물리 변화가 일어날 때에는 분자의 수가 변하지 않기 때문에 질량도 변하지 않는다.

그러면 물질을 이루는 원자의 배열이 달라지는 화학 변화가 일어날 때 물질의 질량은 어떻게 될까?

그림 Ⅱ-21 양초의 융해

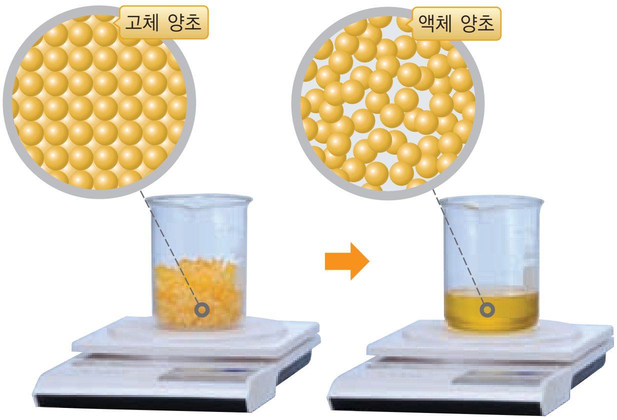
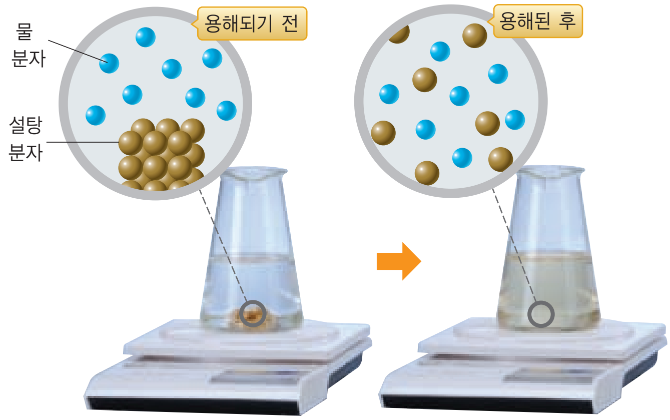


그림 Ⅱ-22 설탕의 용해



탐구 활동 녹슨 동전이 화학 변화할 때의 질량 보존

실험

목·표

녹슨 동전의 변화를 통해 화학 변화에서 질량이 보존됨을 설명할 수 있다.

준·비·물

진한 암모니아수, 녹슨 10원짜리 동전 3~4개, 뚜껑이 있는 유리 용기, 눈금 실린더, 전자저울, 핀셋

유·의·점

1. 암모니아 기체를 직접 들이마시지 않도록 한다.
2. 통풍이 잘되는 곳에서 실험한다.
3. 사용하고 난 암모니아수는 약품 수거 용기에 버려서 환경 오염을 방지한다.

과정



❶ 유리 용기에 진한 암모니아수를 50 mL 정도 넣고 뚜껑을 닫아 질량을 측정한다.



❷ 녹슨 10원짜리 동전 4개의 질량을 측정한다.



❸ 녹슨 동전을 핀셋으로 유리 용기에 넣은 다음 용기 안의 변화를 관찰한다. 그리고 10분 정도가 지나면 용기의 질량을 측정한다.

결과

1 진한 암모니아수와 녹슨 동전은 각각 어떻게 변하는가?

2 실험 과정에서 측정한 질량을 다음 표에 정리해 보자.

실험 과정	❶	❷	❸
질량(g)			

3 결과 2에서의 질량은 어떤 관계가 있는가?

해석

화학 변화가 일어나기 전과 후의 질량 변화를 설명해 보자.

1789년 프랑스의 과학자 라부아지에(Lavoisier, A. L., 1743~1794)는 설탕을 발효시켜 알코올을 얻는 실험을 하였다. 이때 설탕을 포함하여 실험에 사용된 물질의 전체 질량을 측정하고, 발효가 된 후 알코올을 포함한 생성 물질의 전체 질량을 측정하여 발효가 일어나기 전과 후의 질량이 같다는 사실을 발견하였다. 이와 같이 변화 전의 전체 질량과 변화 후의 전체 질량은 항상 같다는 것을 **질량 보존 법칙**이라고 한다.

질량 보존 법칙이 성립하는 이유는 어떻게 설명할 수 있을까?

이 설명을 위해 돌턴은 원자설을 제안했는데, 원자설에 의하면 원자는 화학 변화가 일어나는 동안 새로 생기지도 않고 없어지지도 않는다. 메테인의 연소 반응에 돌턴의 원자설을 적용시켜 보면 질량 보존 법칙이 성립하는 이유를 알 수 있다.

메테인의 연소 반응은 메테인이 산소와 반응하여 이산화 탄소와 물이 생성되는 반응이다. 메테인 1분자가 연소할 때에는 산소 2분자가 필요하며, 이때 이산화 탄소 1분자와 물 2분자가 생성된다.

그림 Ⅱ-23 메테인의 연소 반응

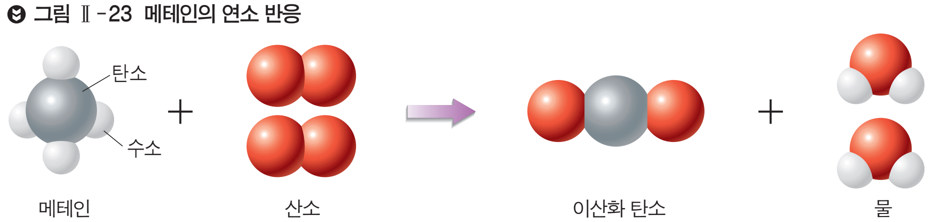


표 Ⅱ-1 메테인의 연소 반응 전후에 참여한 원자의 개수

구분	반응 전	반응 후
탄소 원자	1개	1개
수소 원자	4개	4개
산소 원자	4개	4개

표에 의하면 원자의 종류와 개수는 반응하는 과정에서 변하지 않는다는 것을 알 수 있다. 즉, 메테인의 연소 반응에서 반응한 물질과 생성된 물질은 다르지만, 반응 전후 물질을 구성하는 원자의 종류와 개수는 변하지 않기 때문에 전체 질량은 보존되는 것이다.

이와 같은 이유로 암모니아수에 녹슨 동전을 넣었을 때 녹슨 동전과 암모니아수의 질량을 합한 값은 녹이 녹은 동전과 색이 변한 암모니아수의 질량을 합한 값과 같다.

스스로 해결하기

우유에 식초를 떨어뜨리면 단백질이 응고된다. 이때 반응 전의 질량과 반응 후의 질량은 (　　　).



고체 양초가 융해되거나 설탕이 용해되는 것과 같이 물질의 성질이 변하지 않는 물리 변화뿐만 아니라, 메테인의 연소 반응과 같이 새로운 물질이 생성되는 화학 변화에서도 물질을 이루는 원자의 종류와 수는 변하지 않기 때문에 질량 보존 법칙이 성립한다.



잠깐 체크 물리 변화와 화학 변화에서 반응 전과 반응 후의 질량을 비교해 보자.

여러 가지 반응에서의 질량 보존

연소 반응 외에 앙금생성 반응에서도 질량 보존 법칙이 성립한다. 염화 나트륨 수용액과 질산 은 수용액을 각각 넣은 두 비커의 질량을 함께 측정하고, 두 용액을 섞어 앙금이 생성된 후의 질량을 측정하여 비교하면 질량이 같다.

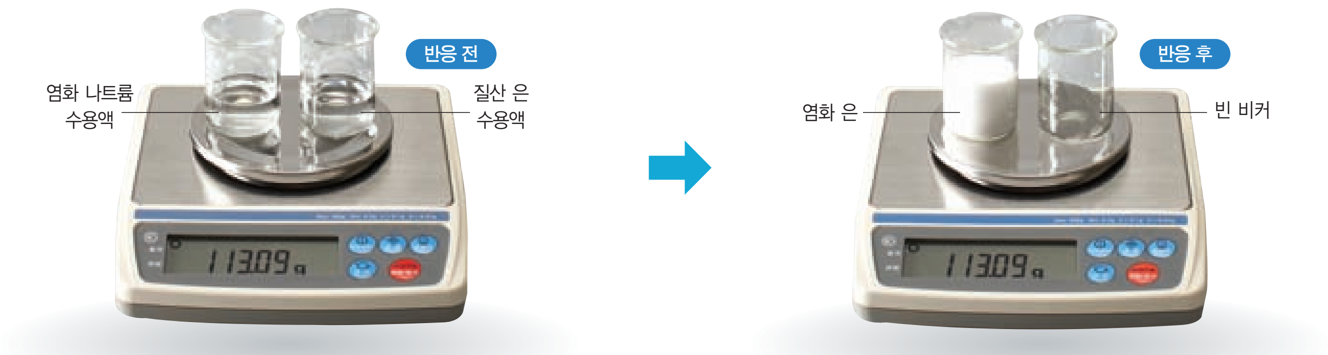
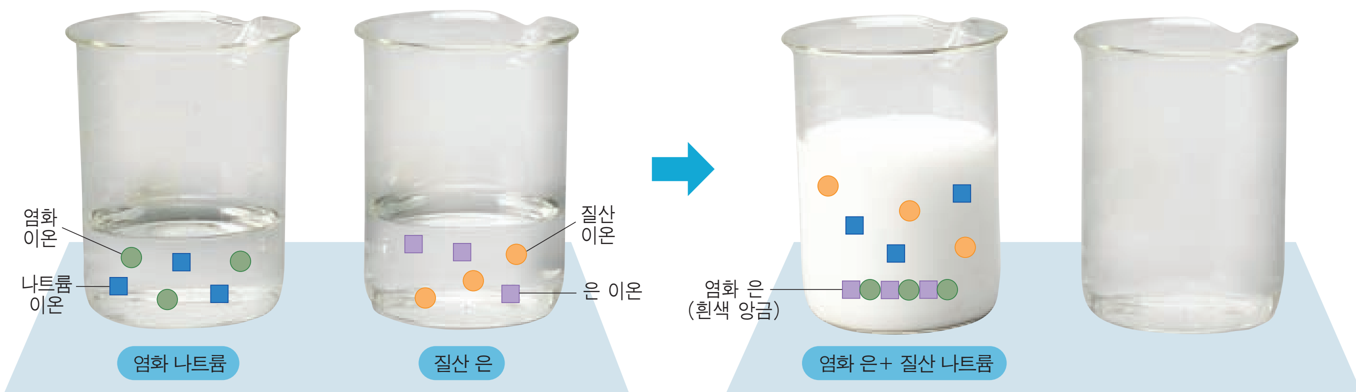


그림 Ⅱ-24 염화 나트륨과 질산 은의 앙금생성 반응에서의 질량 보존

염화 나트륨 수용액과 질산 은 수용액을 섞었을 때 흰색 앙금의 염화 은이 생겼으나 반응 전후 질량이 보존되는 이유는 무엇일까? 그것은 염화 나트륨 수용액의 염화 이온과 나트륨 이온, 질산 은 수용액의 질산 이온과 은 이온의 개수가 반응 후에도 변하지 않았기 때문이다.

그림 Ⅱ-25 염화 나트륨과 질산 은의 앙금생성 반응 모형



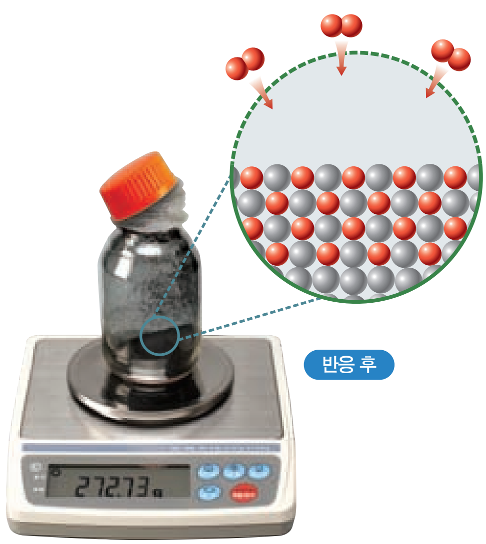
금속은 우리 주변에서 다양하게 사용되는데, 그중에서도 철을 이용해 만든 물건을 많이 볼 수 있다. 그러나 철은 물이나 산소와 만나면 쉽게 녹스는 성질이 있으며 녹슨 철은 녹이 슬기 전보다 질량이 크다. 이 경우 질량 보존 법칙은 성립하지 않는 것일까?

철, 활성탄 등으로 이루어진 손난로는 흔들어 주면 철가루가 공기 중의 산소와 결합하면서 열이 발생하는 원리를 이용한 것이다. 이 손난로의 내용물을 뚜껑이 있는 용기에 넣어 밀폐한 후 질량을 측정하고, 용기를 흔들어서 열이 나는 것을 확인한 다음 다시 질량을 측정하면 반응 전후 질량이 같다. 이때 질량이 보존되는 이유는 용기 안의 산소가 손난로의 철가루와 결합할 때 용기 안에 있는 원자의 종류와 수는 변하지 않기 때문이다.



ⓐ 그림 Ⅱ-26 손난로 내용물의 반응 전후 질량 보존(용기가 닫혔을 때)

반면, 뚜껑을 열고 용기를 흔들어 준 다음 질량을 측정하면 흔들기 전보다 질량이 증가한다. 이것은 용기의 뚜껑을 열었을 때에는 공기 중의 산소가 더 들어가 철과 반응하기 때문에 질량이 증가한 것이다.



ⓑ 그림 Ⅱ-27 용기가 열렸을 때

철이 녹스는 반응은 철이 공기 중의 산소와 결합하여 산화 철(Ⅲ)이 되는 반응이다. 이 반응에서 생성된 산화 철(Ⅲ)은 산소와 반응하기 전의 철보다 질량이 크다. 철과 산화 철(Ⅲ)의 질량만을 비교하면 질량이 증가하여 질량 보존 법칙이 성립하지 않는 것처럼 보이지만, 이것은 철과 반응한 산소의 질량을 고려하지 않았기 때문이다. 철과 반응하는 공기 중의 산소와 철의 질량을 합한 값은 산화 철(Ⅲ)의 질량과 일치하므로 질량 보존 법칙이 성립한다.

나무나 종이가 연소하면 재가 남는데, 연소하기 전의 나무나 종이의 질량보다 남은 재의 질량이 가볍다. 이 경우에도 질량 보존 법칙이 성립할까?

먼저 양초를 저울에 올려놓고 질량을 측정한 후, 양초에 불을 붙여 질량 변화를 관찰하면 질량이 점점 감소한다. 그러나 집기병에 양초를 넣고 유리판으로 덮은 상태에서 질량을 측정하고, 양초에 불을 붙인 직후 유리판을 덮고 양초의 불이 꺼진 다음 질량을 다시 측정하면 연소 전후 질량이 변하지 않는다.

용기에 넣지 않고 양초를 연소시켰을 때에는 질량이 감소하는데, 입구를 막은 집기병 속에서 양초를 연소시켰을 때 질량이 변하지 않는 이유는 무엇일까?



그림 Ⅱ-30 나무의 연소

그림 Ⅱ-28 양초의 연소 전후의 질량



그림 Ⅱ-29 입구를 막은 집기병 속에서 양초의 연소 전후의 질량



양초가 타고 난 다음 집기병의 내부에 생긴 액체 방울에 파란색의 염화코발트 종이를 대어 보면 붉게 변하므로 양초의 연소로 물이 생겼다는 것을 알 수 있다. 또 집기병에 석회수를 넣고 흔들어 보면 석회수가 뿌옇게 흐려지므로 이산화 탄소가 생겼다는 것을 알 수 있다.

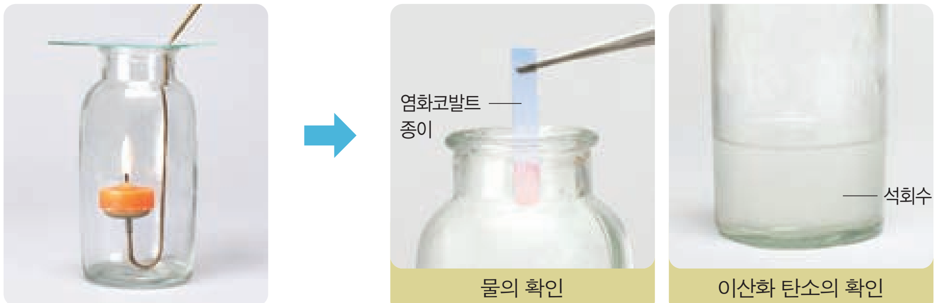


그림 Ⅱ-31 양초의 연소 후 생성된 물질의 확인

> **스스로 해결하기**
> 철이 녹슬 때에는 질량이 증가하는 것처럼 보이고, 양초가 연소할 때에는 질량이 감소하는 것처럼 보인다. 그러나 반응한 물질과 생성된 물질의 원자의 종류와 (   )는 변하지 않으므로 (   )이 보존된다.

따라서 용기에 넣지 않은 상태에서 양초를 연소시킬 때 질량이 감소하는 이유는 연소 후 생성된 이산화 탄소와 수증기가 공기 중으로 날아가기 때문이다. 반면, 집기병의 입구를 유리판으로 덮었을 때에는 산소가 외부에서 들어오지 못하고 이산화 탄소와 수증기가 집기병을 빠져나가지 못하므로 질량이 보존된다.

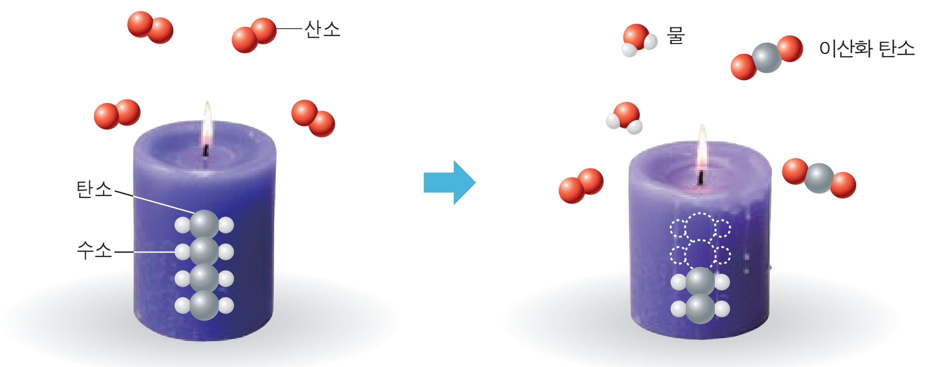


그림 Ⅱ-32 양초의 연소 모형

여러 가지 반응을 통해 알아보았듯이 화학 변화에 의해서 겉으로는 질량이 증가하거나 감소하는 것처럼 보이기도 하지만, 반응한 기체나 공기 중으로 날아간 기체를 고려하면 전체 반응에서 물질을 구성하는 원자의 수는 변하지 않으므로 질량은 항상 보존된다.

자기 주도 학습

개념 확인하기

질량 보존 법칙이란 무엇인가?

과학과 기술, 사회 연관 짓기

우리 주변에서 여러 종류의 플라스틱 폐기물이 늘어나는 이유를 질량 보존 법칙의 관점에서 설명해 보자.

STEAM 융합

건강한 생활

현대 사회에 접어들면서 청소년들의 건강을 위협하는 여러 가지 질병이 등장하고 있다. 그중에서도 청소년의 비만과 저체중은 가장 흔한 영양 장애이며, 매년 그 비율이 증가하고 있어 사회적인 문제로 다루어지고 있다. 청소년들의 건강 문제를 다루는 전문가들은 이러한 비만과 저체중의 원인을 생활 속의 불균형에서 찾고 있다.



하루 동안 섭취하는 영양분은 증가하는 반면, 활동량의 감소로 영양분의 소비가 줄어 체내에 영양분이 축적되면 비만이 되기 쉽다. 한편 과도한 다이어트를 하거나 끼니를 거르면서 게임에 몰두하게 되면 저체중의 증상이 나타나기 쉽다.

청소년의 비만은 고혈압, 당뇨등 성인병을 유발할 수도 있고, 저체중은 성장 부진, 빈혈, 스트레스에 대한 저항력 감소를 유발할 수 있으므로 건강한 생활을 위해서 적절한 자신의 체중을 유지하기 위해서 노력해야 할 것이다.



건강을 유지하기 위한 5대 수칙

1. 아침을 꼭 먹자.
2. 세 끼 식사를 골고루 하고, 음식을 천천히 씹어 먹자.
3. 채소를 많이 먹자.
4. 매주 세 번 이상 운동하자.
5. 텔레비전과 컴퓨터는 필요한 경우에만 시간을 정해서 보자.

물음 소아 · 청소년의 비만 예방법 중에서 질량 보존 법칙과 관계있는 것을 고르고, 질량 보존 법칙의 관점에서 설명해 보자.

2-2 일정 성분비 법칙



여러 사람이 손을 잡고 둥글게 원을 그리면서 춤을 추다가 사회자가 호각을 불면 행동을 멈추고 2명 또는 3명 등 정해진 수대로 짝을 짓는 게임이 있다. 이때 사회자가 말한 수대로 짝을 짓지 못한 사람은 벌칙을 받는다. 이 게임에서 정해진 수는 화학 반응에서 어떤 의미가 있을까?

학습 목표

- 화학 반응에서 일정 성분비 법칙을 설명할 수 있다.
- 일정 성분비 법칙을 모형으로 나타낼 수 있다.

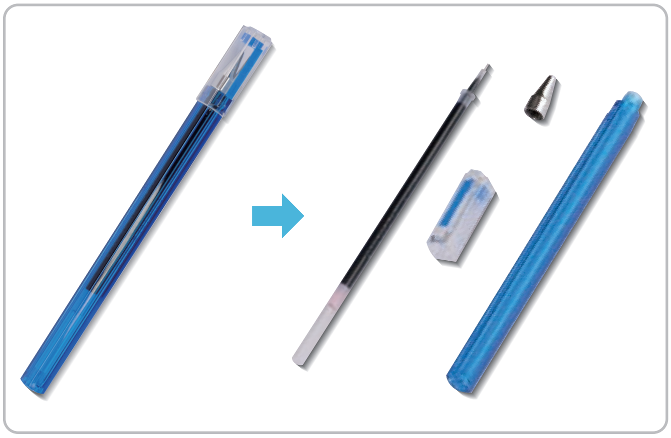
짝을 짓는 게임에서 정해진 수만큼만 짝을 지어야 하는 것처럼 우리 생활 속에서 사용하는 물건들도 거의 모두 일정한 구성품으로 이루어져 있다. 예를 들어 자동차를 조립할 때 자동차에 필요한 많은 부품 중에서 하나라도 없으면 자동차가 완성될 수 없는 것은 자동차를 이루는 부품의 종류와 개수가 정해져 있기 때문이다. 또 같은 종류의 볼펜이 여러 개 있을 때, 그중 하나만 분해해서 그 재료들을 조사하면 다른 볼펜들을 분해하지 않아도 재료의 종류와 개수, 크기, 모양 등에 대해 알 수 있다. 이것은 같은 종류의 물건은 크기와 모양이 같은 재료들을 같은 개수만큼 사용하여 만들기 때문이다. 그리고 물건을 이루는 각 재료들의 질량이 같기 때문에 물건을 이루는 각 재료의 질량 사이에는 항상 일정한 비율이 성립한다.

물건을 이루는 재료들의 질량비가 일정한 것처럼 물질을 이루는 원소 사이에도 질량비가 일정한지 알아보자.

그림 Ⅱ-33 자동차 생산 공장



그림 Ⅱ-34 1개의 볼펜을 이루는 재료



탐구 활동 산화 구리(Ⅱ)를 이루는 원소 사이의 질량 관계

실험

목·표

구리의 연소 생성물인 산화 구리(Ⅱ)의 성분 원소 사이의 질량비가 일정함을 설명할 수 있다.

준·비·물

구리 가루, 도가니, 전자저울, 유리 막대, 삼발이, 삼각 석쇠, 알코올램프(또는 핫플레이트)

유·의·점

1. 산화 구리(Ⅱ)의 질량: 도가니의 질량을 미리 측정하여 반응 후 전체 질량에서 도가니의 질량을 빼서 구한다.
2. 저어 준 유리 막대에 묻은 산화 구리(Ⅱ)를 잘 털어 준 다음 질량을 측정한다.
3. 가열 후 도가니는 뜨거우므로 화상을 입지 않도록 조심한다.

탐|구|도|우|미

구리 가루를 공기 중에서 가열하면 산소와 반응하여 산화 구리(Ⅱ)가 생성된다.

$2Cu + O_2 \rightarrow 2CuO$

과정

❶ 도가니 4개를 준비하고 여기에 구리 가루를 각각 1.0 g, 2.0 g, 3.0 g, 4.0 g씩 넣는다.

❷ 도가니 속 구리 가루를 유리 막대로 저어 주면서 색깔이 모두 변할 때까지 가열한다.

❸ 구리 가루의 색깔이 모두 변하면 가열을 멈추고, 도가니를 충분히 식힌 다음 생성된 물질의 질량을 측정한다.



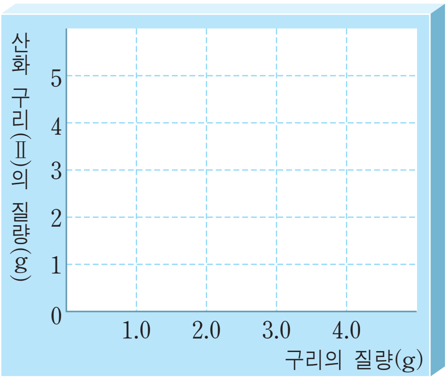


결과

1 생성 물질의 질량을 다음 표에 기록해 보자.

구리의 질량(g)	1.0	2.0	3.0	4.0
산화 구리(Ⅱ)의 질량(g)				

2 구리와 산화 구리(Ⅱ)의 질량 관계를 그래프로 나타내어 보자.



해석

1 결과 1에서 구리의 질량에 따른 구리와 산소의 질량비를 각각 계산해 보자.

2 산화 구리(Ⅱ)를 구성하는 구리와 산소의 질량 사이의 관계에 대해 설명해 보자.

철이 공기 중의 산소와 반응하여 생성된 산화 철(Ⅲ)의 질량과 반응한 철의 질량을 통해 철과 산소 사이의 질량비를 계산해 보면 항상 일정한 것을 알 수 있다.

표 Ⅱ-2 산화 철(Ⅲ)을 구성하는 철과 산소의 질량 관계

철의 질량(g)	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
산화 철(Ⅲ)의 질량(g)	1.43	2.86	4.28	5.71	7.15
철과 결합한 산소의 질량(g)	0.43	0.86	1.28	1.71	2.15
$\frac{\text{철의 질량}}{\text{산소의 질량}}$	2.33	2.33	2.34	2.34	2.33

산화 철(Ⅲ)이 생성될 때 철의 질량이 2배, 3배, 4배, … 로 증가하면 철과 결합하는 산소의 질량도 2배, 3배, 4배, … 로 증가하므로, 산화 철(Ⅲ)에 포함된 철과 산소의 질량비는 항상 일정하다.

1799년 프랑스의 화학자 프루스트는 인공적으로 만든 탄산 구리와 자연에서 발견되는 탄산 구리를 정확하게 분석하여 두 탄산 구리의 조성이 같음을 확인하였다. 이와 같이 화합물을 구성하는 모든 원소의 질량비가 일정한 것을 **일정 성분비 법칙**이라고 한다. 그 후 스웨덴의 베르셀리우스는 몇 백 개의 화합물을 분석하여 오차 1 % 이하라는 당시에는 매우 정밀한 값으로 이 법칙을 증명하였다.

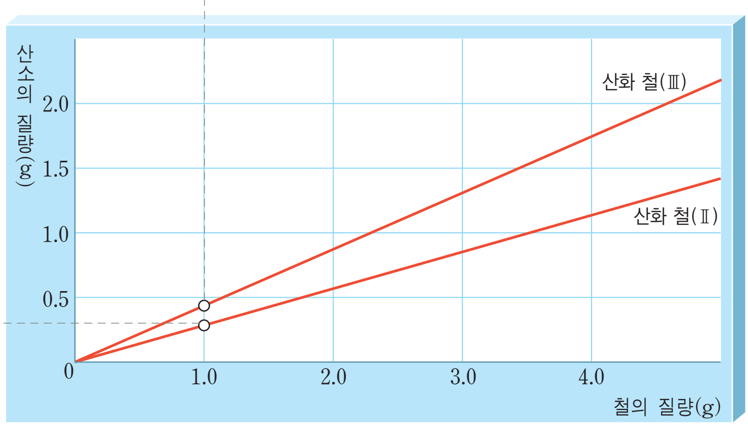
같은 원소로 구성된 서로 다른 화합물
철과 염소의 화합물인 염화 철(Ⅱ)($FeCl_2$)과 염화 철(Ⅲ)($FeCl_3$), 주석과 염소의 화합물인 염화 주석(Ⅱ)($SnCl_2$)과 염화 주석(Ⅳ)($SnCl_4$) 등이 있다.

일정 성분비 법칙에 의하면, 같은 원소로 이루어진 화합물이라도 질량비가 다르면 서로 다른 화합물이다. 예를 들어 산화 철(Ⅱ)과 산화 철(Ⅲ)은 구성 원소의 질량비가 다르므로 서로 다른 물질이다.





그림 Ⅱ-35 산화 철(Ⅱ)과 산화 철(Ⅲ)의 질량비 비교



질산 납 수용액과 아이오딘화 칼륨 수용액을 섞으면 납 이온과 아이오딘화 이온이 결합하여 물에 녹지 않는 노란색의 아이오딘화 납이 생성된다. 일정량의 질산 납 수용액에 아이오딘화 칼륨 수용액을 조금씩 가하면 아이오딘화 칼륨 수용액의 부피가 증가함에 따라 앙금의 높이가 증가하다가 얼마 후에는 일정해진다. 이것은 아이오딘화 이온과 결합하는 납 이온의 수가 일정하기 때문이며, 납 이온이 더 이상 존재하지 않으면 아이오딘화 칼륨 수용액을 계속 가해도 앙금은 더 이상 생성되지 않는다.

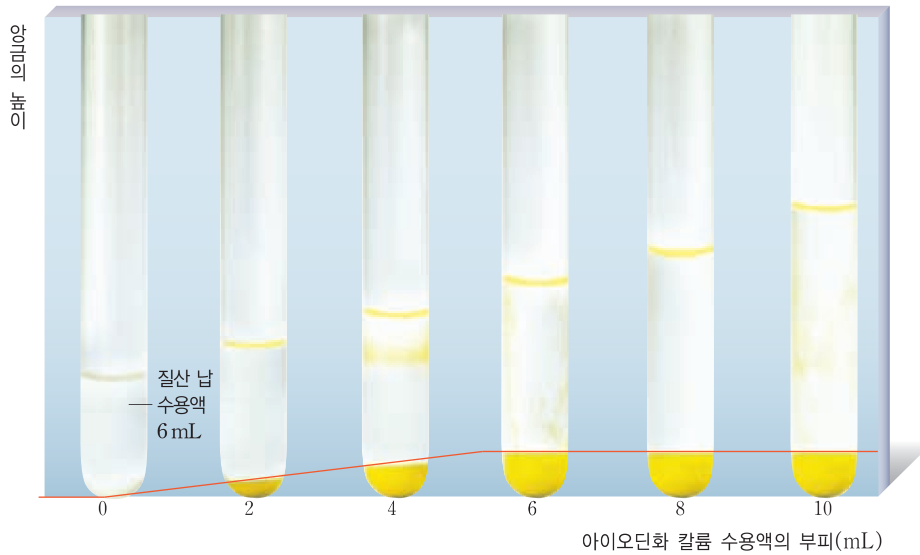
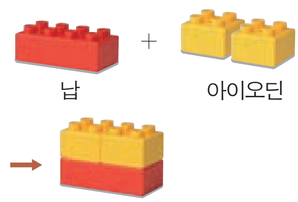




그림 Ⅱ-36 아이오딘화 칼륨 수용액의 부피에 따라 생성되는 앙금의 높이

두 수용액의 반응에 의해 생성되는 노란색의 아이오딘화 납은 납 이온과 아이오딘화 이온의 수가 1 : 2의 비율로 이루어진다. 이와 같이 화합물을 구성하는 원자들의 비율이 일정하기 때문에 정해진 비율만큼만 반응하고 나머지 원자들은 그대로 남는다. 따라서 임의의 비율로 섞여 있는 물질들을 반응시킬 때, 어느 한 물질이 모두 반응하여 없어지면 다른 물질은 반응하지 못하고 남게 된다.

아이오딘화 납의 생성 모형



잠깐 체크 물을 이루는 수소와 산소의 질량비는 1 : 8이다. 2 g의 수소를 충분한 양의 산소 속에서 연소시켰을 때 생성되는 물의 질량은 몇 g인가?

자기 주도 학습

개념 확인하기

일정 성분비 법칙에 대해 설명해 보자.

개념 응용하기

천연 DHA와 화학적으로 합성한 DHA를 일정 성분비 법칙의 관점에서 비교해 보자.



2-3 화학 반응식

요즘은 통신 기술이 발달하면서 지구촌이라는 말이 실감나는 시대이다. 그러나 서로 다른 언어를 사용하기 때문에 의사소통을 하는 데 어려움이 있다. 서로의 언어를 익히면 원활한 의사소통을 할 수 있지만, 언어 습득은 많은 시간과 노력이 필요하기 때문에 같은 분야를 연구하는 사람들은 간단한 기호와 형식을 이용하여 그 뜻을 쉽게 전달하기도 한다.

그렇다면 화학 반응을 나타낼 때에는 어떤 기호와 식을 이용할까?

학습 목표

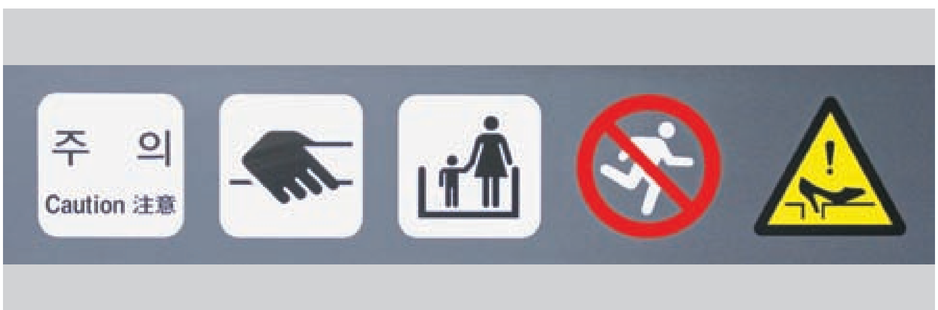
- 여러 가지 화학 반응을 화학 반응식으로 나타낼 수 있다.
- 화학 반응식에서 계수가 나타내는 의미를 설명할 수 있다.

큰 건물이나 도로, 지하철 등에서 볼 수 있는 각종 표지판들은 사람들에게 필요한 내용을 간단한 기호로 표시해 주고 있다. 일상생활 외에도 같은 학문 안에서는 약속된 다양한 기호를 사용한다. 대표적인 예로 과학의 원소 기호나 수학에서 사용하는 수식과 그래프가 있다. 원소 기호를 이용하여 우리 주변에서 일어나는 화학 변화를 간단한 식으로 나타낼 수 있는데, 이를 **화학 반응식**이라고 한다.

그림 Ⅱ-37 신호등



그림 Ⅱ-38 지하철의 안내 표지판



화학 반응식을 나타내는 방법

화학 변화를 화학 반응식으로 나타내기 위해서는 정해진 약속에 따라야 한다. 수소가 질소와 반응하여 암모니아가 생성되는 경우를 화학 반응식으로 나타내는 방법을 알아보자.

	방법	예시
1단계	화살표를 쓴 다음 화살표가 시작되는 쪽에 반응 물질을 쓰고, 화살표가 향하는 쪽에 생성 물질을 쓴다.	수소 질소 → 암모니아
2단계	반응 물질이나 생성 물질이 두 종류 이상이면 + 기호로 연결한다.	수소 + 질소 → 암모니아
3단계	각 물질을 화학식으로 나타낸다.	$H_2 + N_2 \rightarrow NH_3$
4단계	반응 물질과 생성 물질의 원자의 종류와 개수가 같도록 계수를 맞춘다. (계수 1은 생략)	$3H_2 + N_2 \rightarrow 2NH_3$
5단계	각 물질의 상태를 괄호 안에 나타낸다.	$3H_2(g) + N_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$

4단계에서 계수를 맞출 때에는 임의의 한 물질의 계수를 1로 정하여 맞춘다. 수소와 질소의 반응에서 N_2의 계수를 1이라고 했을 때 반응 물질에서 질소 원자가 2개이므로 생성 물질에서 질소 원자가 2개가 되기 위해서는 NH_3의 계수가 2가 되어야 한다. 이때 생성 물질에서 수소 원자가 6개가 되므로 반응 물질에서 수소 원자가 6개가 되기 위해서는 H_2의 계수가 3이 되어야 한다.

화학 반응식의 계수는 일반적으로 가장 간단한 정수비로 나타낸다. 수소와 질소의 반응에서 수소, 질소, 암모니아의 계수가 각각 3, 1, 2로 그 비율이 가장 간단한 정수비이므로 이 값이 각 물질의 계수가 된다.

5단계에서 물질의 상태는 화학 반응이 일어나는 온도와 압력에서의 상태를 나타낸다. 기체는 g, 액체는 l, 고체는 s로 나타내며, 수용액의 경우에는 aq로 나타낸다.

물질의 상태를 나타내는 기호
- 기체: g(gas)
- 액체: l(liquid)
- 고체: s(solid)
- 수용액: aq(aqueous)

이 밖에 가정이나 자동차의 연료로 사용되는 물질들의 연소 반응을 화학 반응식으로 나타내어 보자.

잠깐 체크 암모니아의 생성 반응에서 N_2의 계수를 1이라고 했을 때, 질소 원자의 개수를 맞추기 위해 생성 물질을 N_2H_3로 나타내지 않고 $2NH_3$로 나타내는 이유는 무엇인가?

탐구 활동 여러 가지 연료의 연소 반응을 화학 반응식으로 나타내기 실험

목·표

메테인, 프로페인, 뷰테인의 연소 반응을 화학 반응식으로 나타낼 수 있다.

준·비·물

공책, 필기도구

과정

집에서 난방이나 조리를 할 때 또는 자동차의 연료로 액화 천연 가스(LNG)나 액화 석유 가스(LPG)를 많이 사용한다. 메테인(CH_4)이 주성분인 LNG와 프로페인(C_3H_8)과 뷰테인(C_4H_{10})이 주성분인 LPG는 모두 탄소와 수소로 이루어져 있다. 따라서 이들 연료를 연소시키면 모두 물(H_2O)과 이산화 탄소(CO_2)가 생성된다.
이 세 가지 물질의 연소 반응을 화학 반응식으로 나타내어 보고, 차이점을 알아보자.



▲ 가스레인지



▲ 자동차의 가스 충전기

1 메테인(CH_4)의 연소 반응

❶ 반응 물질과 생성 물질을 화살표와 + 기호를 이용하여 나타낸다.

❷ 반응 물질과 생성 물질을 화학식으로 나타낸다.

❸ 반응 물질과 생성 물질의 원자의 종류와 개수가 같도록 계수를 맞춘다.

❹ 각 물질의 상태를 나타낸다.

2 프로페인(C_3H_8)과 뷰테인(C_4H_{10})의 연소 반응

메테인의 연소 반응과 같은 방법으로 프로페인과 뷰테인의 연소 반응을 화학 반응식으로 나타내어 본다.

결과

메테인, 프로페인, 뷰테인의 연소 반응에 대한 화학 반응식을 정리해 보자.

물질	화학 반응식
메테인	
프로페인	
뷰테인	

해석 창의 · 인성

1 메테인, 프로페인, 뷰테인 분자 N개가 연소할 때, 필요한 산소 분자 수와 생성되는 이산화 탄소 및 물 분자 수를 비교해 보자.

구분	산소 분자 수	이산화 탄소 분자 수	물 분자 수
메테인			
프로페인			
뷰테인			

2 같은 분자 수만큼 연소시켰을 때 환경 오염이 가장 적은 연료는 무엇인지 토의해 보자.

화학 반응식을 통해 반응 물질과 생성 물질의 종류를 알 수 있으며, 질량 보존 법칙과 일정 성분비 법칙이 성립하는 이유도 설명할 수 있다. 또 화학 반응식의 계수를 이용하면 반응 물질과 생성 물질의 양과 관련된 더 많은 정보를 얻을 수 있다.

과학자료실 화학 반응식의 계수 맞추기

❶ 수소와 산소가 반응하여 물이 생성되는 화학 반응식에서 각 화학식에 임의의 계수 x, y, z를 붙인다.

$xH_2 + yO_2 \rightarrow zH_2O$

❷ 반응 전과 후에 수소 원자와 산소 원자 수가 같아야 하므로 다음과 같은 관계가 성립한다.

- 수소 원자의 수: $2x=2z$
- 산소 원자의 수: $2y=z$
- 수소 원자의 수에서 $x : z=1 : 1$이고, 산소 원자의 수에서 $y : z=1 : 2$이다.

➡ 이들 관계로부터 $x : y : z=2 : 1 : 2$이다.

❸ 화학 반응식에 계수를 붙인다.

$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$

❹ 각 물질의 상태를 표시하여 화학 반응식을 완성한다.

$2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(l)$



화학 반응식에서 계수의 의미

> ✎ **스스로 해결하기**
> 화학 반응식에서 반응 전과 후의 원자의 개수가 같으므로 (　　　　) 법칙이 성립함을 알 수 있다.

화학 반응 전후에 물질을 구성하는 원자 수가 변하지 않으므로 전체 질량은 보존된다. 예를 들어 수소와 질소가 반응하여 암모니아가 생성되는 화학 반응식을 살펴보면 반응 전후 수소 원자의 개수가 6개로 같고, 질소 원자의 개수는 2개로 같다. 즉, 화학 반응 전과 후의 원자의 종류와 개수가 변하지 않으므로 질량이 보존된다.

	$3H_2(g)$	$+$	$N_2(g)$	$\longrightarrow$	$2NH_3(g)$
수소 원자의 개수	$3\times2=6$				$2\times3=6$
질소 원자의 개수			2		2

그림 Ⅱ-39 반응 물질과 생성 물질을 구성하는 원자의 개수 비교

또 각 원자들의 질량비와 화학 반응식의 계수를 이용하면 반응 물질과 생성 물질 사이의 질량비를 알 수 있다. 위의 반응식에서 수소 원자와 질소 원자의 질량비가 1 : 14인 것을 이용하면 화학 반응식의 계수로부터 수소 : 질소 : 암모니아 = 3 : 14 : 17의 질량비로 반응함을 알 수 있다. 즉, 3 g의 수소가 반응하는 데 14 g의 질소가 필요하며, 이때 17 g의 암모니아가 생성된다.

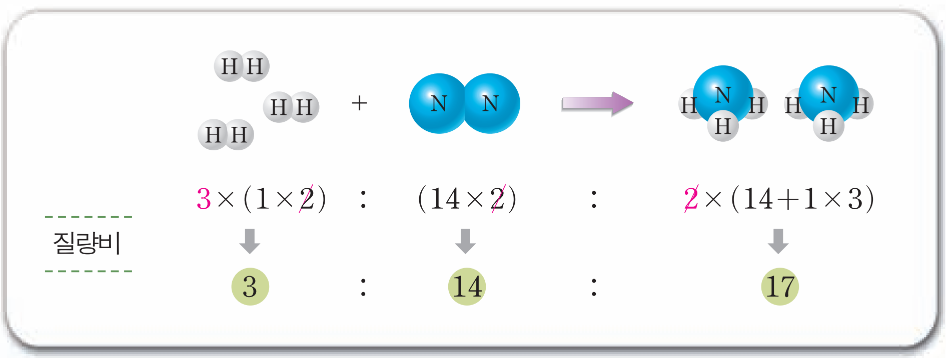


그림 Ⅱ-40 반응 물질과 생성 물질의 질량비

한편, 화학 반응식의 계수는 반응하는 분자 수와 생성되는 분자 수의 비를 나타낸다. 따라서 계수비를 이용하면 반응 물질과 생성 물질 사이의 양적 관계를 알 수 있다.

예를 들어 메테인의 연소 반응에서 메테인과 산소의 분자 수를 달리하여 반응시키면 생성되는 이산화 탄소와 물 분자 수, 그리고 반응하지 않고 남는 분자 수가 달라진다.

그림 Ⅱ－41의 첫 번째 반응 모형에서는 반응 전 메테인과 산소가 각각 2분자씩 있지만, 메테인과 산소는 1 : 2의 분자 수의 비로 반응하므로 메테인 1분자가 반응하지 않고 남아 있다.

두 번째 반응 모형에서는 메테인 1분자와 산소 2분자가 반응하여 산소 1분자가 그대로 남아 있다.

세 번째 반응 모형에서는 메테인 1분자와 산소 2분자가 모두 반응하여 반응하지 않고 남아 있는 분자가 없다.

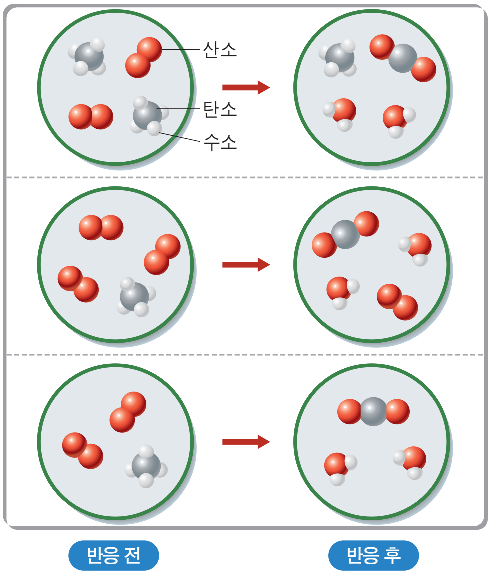


그림 Ⅱ－41 메테인의 연소 모형

$$CH_4(g) \ + \ 2O_2(g) \ \longrightarrow \ CO_2(g) \ + \ 2H_2O(g)$$

즉, 화학 반응에서 반응하는 **분자 수의 비**는 항상 일정하며, 화학 반응식의 계수비와 같다.

화학 반응식의 계수로 기체 물질의 부피 관계도 알 수 있다.

1811년 아보가드로는 온도와 압력이 같을 때, 모든 기체는 같은 부피 속에 같은 수의 분자가 존재한다는 아보가드로 가설을 발표하였으며, 이를 **아보가드로 법칙**이라고도 한다.

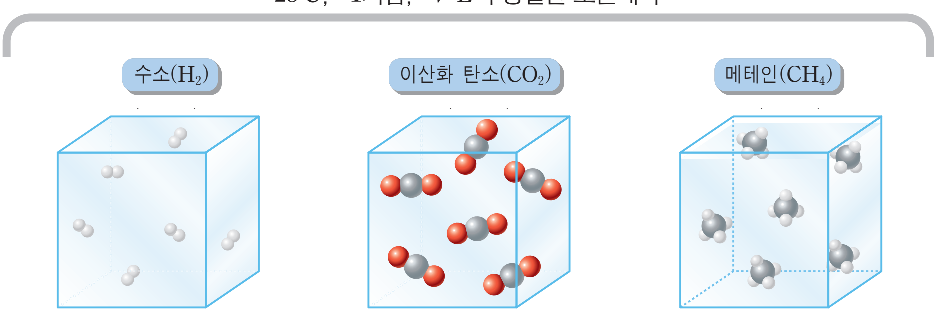


그림 Ⅱ－42 아보가드로 가설의 적용 모형 _ 기체의 종류는 다르지만 분자 수가 모두 동일하다.

인터넷 속 과학 세상

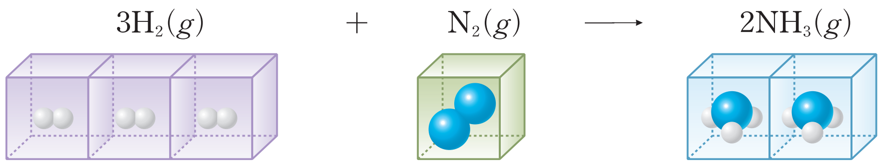
과학자 아보가드로의 업적과 아보가드로 법칙이 인정받게 된 과정을 조사해 보자.

검색 아보가드로

❸ 표 Ⅱ-3 암모니아가 생성되는 화학 반응식

	$3H_2(g)+N_2(g) \longrightarrow 2NH_3(g)$
계수비	3 : 1 : 2
분자 수의 비	3 : 1 : 2
부피비	3 : 1 : 2

기체 반응에서는 아보가드로 법칙에 의해 화학 반응식의 계수로부터 **부피비**를 알 수 있다. 기체가 차지하는 부피는 기체의 분자 수에 비례하고, 화학 반응식의 계수는 반응하는 분자 수와 생성되는 분자 수의 비를 나타낸다. 그러므로 수소가 질소와 반응하여 암모니아가 생성되는 반응에서 수소, 질소, 암모니아의 계수비가 3 : 1 : 2인 것은 각 기체의 분자 수의 비이며, 부피비이다.



게이뤼삭(Gay-Lussac, J. L. ; 1778~1850)
프랑스의 과학자로서, 기체 반응 법칙을 발표하였다.



화학 반응식의 계수는 가장 간단한 정수비를 사용하므로 화학 반응에서 반응하는 기체와 생성되는 기체의 부피 사이에는 간단한 정수비가 성립한다. 1808년 게이뤼삭은 산소가 질소와 반응하여 산화 질소가 생성될 때, 반응하는 기체와 생성되는 기체의 부피 사이에는 간단한 정수비가 성립한다는 것을 발견하였는데, 이것을 **기체 반응 법칙**이라고 한다.

아보가드로 법칙은 기체 반응 법칙을 설명하기 위해서 제안된 가설이다. 또한 아보가드로는 기체 반응 법칙을 설명하기 위하여 물질이 몇 개의 원자가 결합한 새로운 입자, 즉 분자로 이루어졌다는 분자설도 같이 주장하였다.

이와 같이 화학 반응식의 계수를 이용하면 반응 물질과 생성 물질 사이의 분자 수와 질량 및 부피 사이의 관계를 알 수 있다.

잠깐 체크 탄소 원자와 산소 원자의 질량비는 3 : 4이다. 탄소와 산소가 반응하여 이산화 탄소가 생성될 때 반응하는 탄소와 산소의 질량비를 써 보자.

자기 주도 학습

개념 확인하기
수소 기체와 염소 기체가 반응하여 염화 수소 기체가 생성되는 반응을 화학 반응식으로 나타내어 보자.

개념 응용하기
화학 반응식의 계수로부터 알 수 있는 사실을 모두 써 보자.

보충·심화

일정 성분비 법칙에 반박한 베르톨레

프루스트는 일정한 화합물을 구성하는 모든 원소의 질량비는 일정하다는 일정 성분비 법칙을 발표하였다. 이러한 프루스트의 주장에 대하여 물질의 조성은 일정하지 않다고 맞선 사람이 있었는데, 그가 바로 베르톨레였다.

베르톨레는 물질을 만드는 방법에 따라 그 조성이 여러 가지로 달라지며, 특별한 경우에만 일정 성분비 법칙이 성립한다고 주장하였다. 프루스트와 베르톨레의 논쟁은 8년 동안이나 계속되었으며, 결국 프루스트의 승리로 끝났다.

베르톨레는 구리의 황화물과 철의 산화물을 분석하여 그 성분비가 일정하지 않다고 주장하였는데, 이것은 구리의 황화물과 철의 산화물이 두 종류 이상 존재한다는 사실을 몰랐기 때문이었다. 예를 들어 산화 철(Ⅱ)(FeO)에서는 철 : 산소=1 : 0.29의 질량비가 성립하고, 산화 철(Ⅲ)(Fe_2O_3)에서는 철 : 산소=1 : 0.43의 질량비가 성립하므로, 철의 산화물에서 그 성분비가 일정하지 않다고 생각한 것이었다. 이에 대해 프루스트는 산화 철(Ⅱ)과 산화 철(Ⅲ)은 각각 별개의 화합물이므로 그 성분비가 일정하지 않은 것이라고 설명하였으며, 결국에는 프루스트의 주장이 옳음이 증명되었다.

현재는 대부분의 화합물이 일정 성분비 법칙에 잘 적용되지만, 일부 화합물에서 성분 원소의 질량비가 일정하지 않은 경우가 발견되었다. 이러한 화합물을 베르톨레를 기념하여 '베르톨라이드'라고 한다.



대단원 마무리

Ⅱ. 화학 반응에서의 규칙성

개념 정리하기

✣ 해당 번호의 문제를 맞추어 가로, 세로 또는 대각선을 연결하면 '빙고'를 외칩니다.

❶ 물질의 성질은 변하지 않고 겉모습이나 분자의 배열만 바뀌는 변화

❷ 물질을 이루는 원자의 배열이 달라져 새로운 물질이 생성되는 변화

❸ 두 종류 이상의 원소로 이루어진 순물질로서, 화학 반응 결과 생성되는 물질

❹ 두 가지 이상의 물질이 결합하여 하나의 새로운 물질을 생성하는 화학 반응의 종류

❺ 한 가지 물질이 두 가지 이상의 물질로 나누어지는 화학 반응의 종류

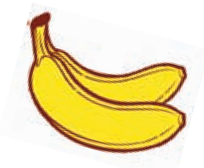
❻ 한 물질의 구성 입자가 다른 물질의 구성 입자와 자리를 바꾸는 화학 반응의 종류

❼ 물질이 산소와 빠르게 반응하여 빛과 열을 내는 화학 반응의 종류

❽ 화학 반응이 일어나기 전후의 질량이 같다는 법칙



❶	❷	❸	❹
❺	❻	❼	❽
❾	❿	⓫	⓬
⓭	⓮	⓯	⓰



❾ ❽의 법칙을 처음으로 언급하고 실험으로 증명해 낸 과학자

❿ 한 화합물을 구성하는 원소의 질량비는 일정하다는 법칙

⓫ ❿의 법칙을 실험으로 확인하고 발표한 과학자

⓬ 물질의 변화를 원소 기호와 +, → 등으로 나타낸 식

⓭ 수소 기체와 산소 기체가 결합하여 수증기가 생성되는 화학 반응식

⓮ ⓭에서 수소 : 산소 : 수증기의 분자 수의 비

⓯ 온도와 압력이 같을 때 같은 부피 속에는 같은 수의 분자가 존재한다는 법칙

⓰ 반응하는 기체와 생성되는 기체의 부피 사이에는 간단한 정수비가 성립한다는 법칙

개념 적용하기

1 화학 변화라고 할 수 없는 것은?

① 철이 녹슬었다.
② 김치가 시어졌다.
③ 우유가 부패되었다.
④ 어머니의 흰 머리카락이 늘어났다.
⑤ 옷장에 넣어 둔 좀약의 크기가 작아졌다.

2 물질의 화학 변화 시 달라지는 것을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. 원자의 수　　ㄴ. 원자의 배열
ㄷ. 원자의 종류　　ㄹ. 원자의 크기
ㅁ. 물질의 성질

① ㄱ, ㄴ　② ㄱ, ㄷ
③ ㄴ, ㄷ　④ ㄴ, ㅁ
⑤ ㄷ, ㅁ

3 그림은 강철 솜을 공기 중에서 가열하는 모습이다. 이때 일어나는 화학 반응은? (정답 2개)

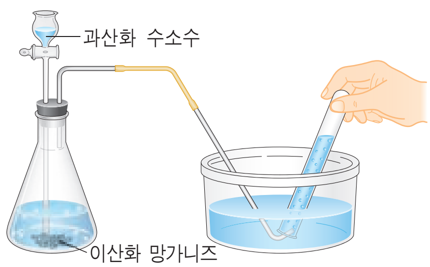


① 화합　② 분해
③ 치환　④ 연소
⑤ 앙금생성

4 그림은 질산 은 수용액에 넣은 구리선에 은이 달라붙고 질산 구리 수용액이 생성된 모습이다. 이때 일어난 화학 반응의 종류를 쓰시오.



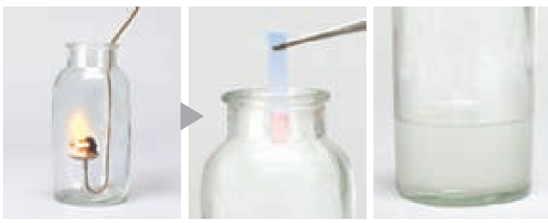
5 그림은 과산화 수소의 분해 실험 장치이다.



집기병에 모아지는 기체의 성질로 옳은 것은?

① 달걀 썩는 냄새가 난다.
② 독성이 강해서 위험하다.
③ 염화코발트 종이를 붉게 변화시킨다.
④ 무색의 기체로 물질의 연소를 돕는다.
⑤ 성냥불을 가까이 가져가면 '펑' 소리가 난다.

6 그림은 에탄올을 적신 솜을 연소시킨 후 생성 물질을 확인하는 과정을 나타낸 것이다.


(가)　(나)

이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 집기병 안쪽에는 물이 생성된다.
② 에탄올이 연소할 때 산소와 결합한다.
③ 에탄올이 연소할 때 생성되는 기체는 질소이다.
④ 집기병 안쪽에 생성되는 물질은 (가)와 같이 염화코발트 종이로 확인할 수 있다.
⑤ 에탄올이 연소할 때 생성되는 기체는 (나)와 같이 석회수로 확인할 수 있다.

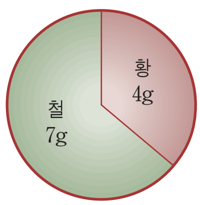
개념 적용하기

7 열린 용기에 반응시켰을 때, 반응 전과 반응 후의 질량이 같은 경우를 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

> 보기
>
> ㄱ. 강철 솜을 가열한다.
> ㄴ. 나무를 연소시킨다.
> ㄷ. 묽은 염산에 조개껍데기를 넣는다.
> ㄹ. 탄산 나트륨 수용액에 염화 칼슘 수용액을 넣는다.

① ㄱ　② ㄷ　③ ㄹ
④ ㄴ, ㄷ　⑤ ㄷ, ㄹ

8 그림은 황화 철 11 g을 이루는 성분 원소의 질량을 나타낸 것이다. 황화 철 33 g을 얻기 위해 필요한 철의 질량은?



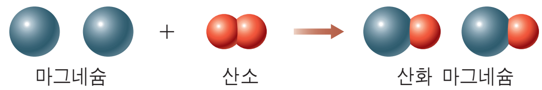
① 14 g　② 17 g　③ 21 g
④ 24 g　⑤ 29 g

9 다음 표는 수소와 산소의 질량을 달리하여 반응시켰을 때 발생하는 물의 질량을 나타낸 것이다.

구분	수소의 질량	산소의 질량	물의 질량
(가)	2 g	16 g	18 g
(나)	3 g	24 g	(　　) g
(다)	4 g	(　　) g	36 g

(1) (나)와 (다)의 (　　) 안에 들어갈 알맞은 값을 쓰시오.
(2) 물을 이루고 있는 수소와 산소의 질량비를 구하시오.
(3) 위의 반응으로부터 알 수 있는 법칙을 두 가지 쓰시오.

10 그림은 마그네슘과 산소의 반응을 모형으로 나타낸 것이다.



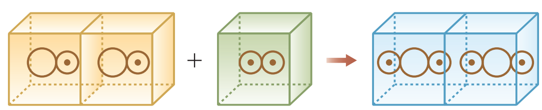
이 모형을 화학 반응식으로 나타내시오(단, 마그네슘과 산화 마그네슘은 고체 상태이고, 산소는 기체 상태이다.).

11 다음 화학 반응식에 대해 잘못 설명한 것은?

$$2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g)$$

① 반응하는 물질은 수소와 산소이다.
② 수소와 산소는 2 : 1의 질량비로 반응한다.
③ 반응 전과 후의 총 원자 수는 변하지 않는다.
④ 반응하는 수소 원자 수와 생성되는 수소 원자 수는 같다.
⑤ 반응하는 수소 분자 수와 산소 분자 수의 비는 2 : 1이다.

12 그림은 일산화 탄소가 산소와 반응하여 이산화 탄소를 생성할 때의 화학 반응을 모형으로 나타낸 것이다(단, 반응 물질과 생성 물질 모두 기체 상태이다.).

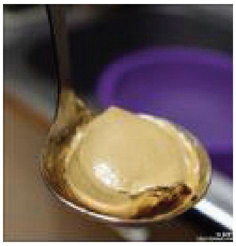


(1) 위의 반응을 화학 반응식으로 나타내시오.
(2) 일산화 탄소와 산소가 완전히 반응하였다면, 반응 전 혼합물의 질량과 반응 후 화합물의 질량비는 얼마인지 쓰시오.
(3) 일산화 탄소 : 산소 : 이산화 탄소의 부피비를 쓰시오.

개념 응용하기

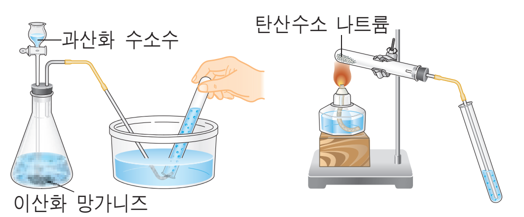
창의력 키우기

1) 설탕 과자를 만들어 먹을 때 설탕이 녹은 다음 베이킹파우더를 넣어 주면 부풀어 오른다. 베이킹파우더의 변화는 어떤 종류의 화학 반응인지 쓰고, 이 화학 반응에 대해 설명하시오.



탐구력 기르기

2) 그림은 기체를 얻는 분해 실험 장치이다.



(가) 과산화 수소의 분해 (나) 탄산수소 나트륨의 분해

두 기체를 모으는 방법의 차이를 바탕으로 분해 실험 결과 발생하는 기체의 특성을 비교해 보시오.

창의력 키우기

3) 양초와 뷰테인은 모두 연소시키면 화학 반응이 일어나는 물질이다. 두 물질 중에서 뷰테인은 특별한 장치를 사용하여 연소 반응을 시키는데, 그 이유는 무엇인지 설명하시오.



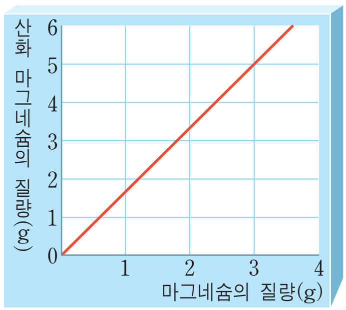
탐구력 기르기

4) 그림은 오랫동안 산성비를 맞은 대리석 조각의 모습이다. 이 경우에도 질량 보존 법칙이 성립하는지 설명하시오.



탐구력 기르기

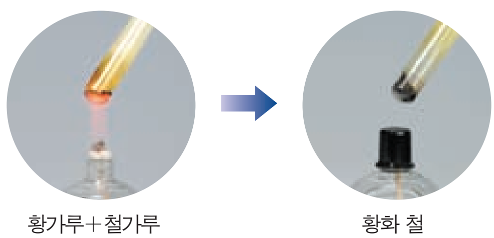
5) 그래프는 마그네슘이 연소될 때 마그네슘과 산화 마그네슘의 질량 관계를 나타낸 것이다.



마그네슘 30 g을 공기 중에서 완전 연소시킬 때 필요한 산소의 질량을 구하시오. 이때 질량을 구하는 과정을 함께 설명하시오.

탐구력 기르기

6) 황화 철(FeS)은 그림과 같이 황가루와 철가루를 반응시켜 얻을 수 있다.

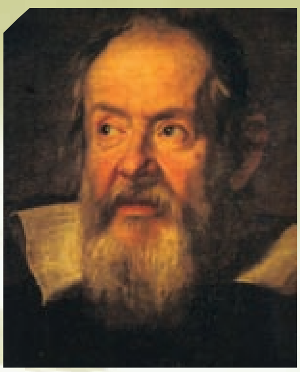


(1) 위의 반응을 화학 반응식으로 나타내시오.

(2) 위의 반응으로부터 일정 성분비 법칙을 설명하시오.



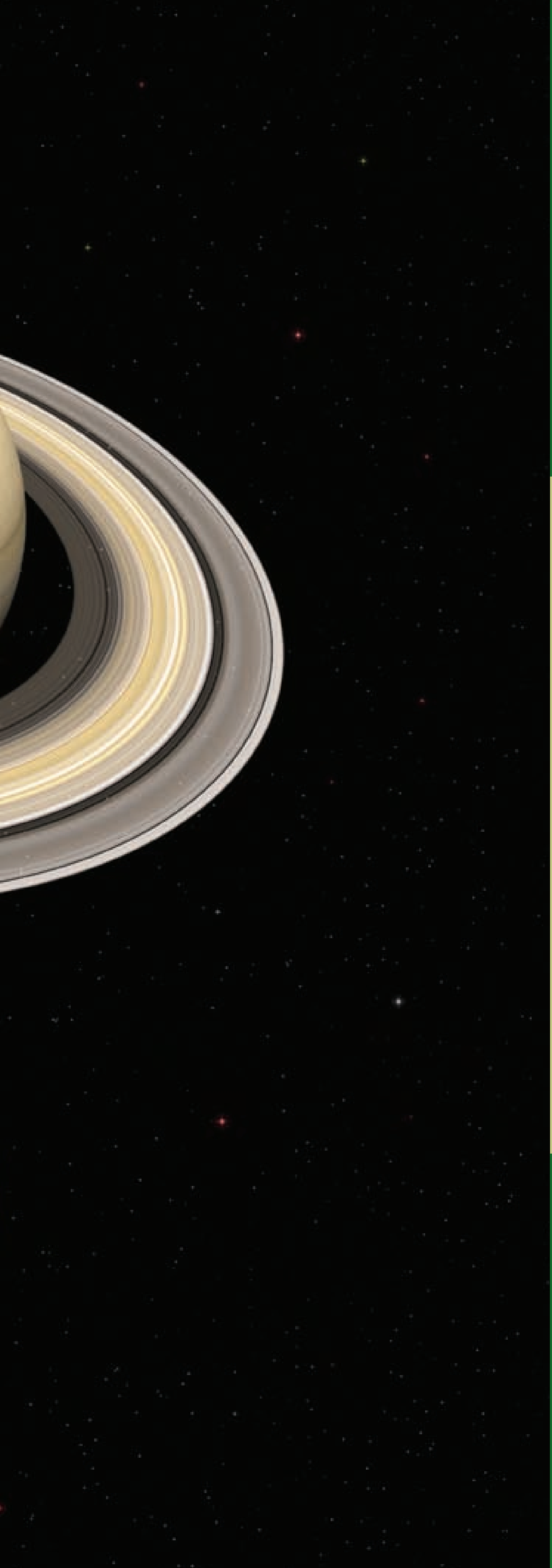
갈릴레이(Galilei, G. ; 1564~1642)



이탈리아의 천문학자이자 물리학자, 수학자이다. 무거운 물체는 가벼운 물체보다 낙하 속도가 빠르다는 아리스토텔레스의 주장을 반박하였다. 그는 진자의 등시성 및 관성의 법칙을 발견하였고, 자신이 제작한 망원경으로 금성의 모양 변화를 관측하여 코페르니쿠스의 지동설에 강력한 근거를 부여하였다. 또한 토성의 고리, 목성의 위성, 달 표면의 요철, 태양의 흑점 등을 발견해 오늘날의 천문학과 물리학 발전에 크게 기여하였다.



갈릴레이 망원경



Ⅲ 태양계

❖ 이 단원에서는

예로부터 인간은 하늘에 떠 있는 천체에 관심이 많아 천문학은 동서양에서 가장 일찍 태동한 학문 중의 하나로 꼽힌다. 또한 천문학은 농사와 날씨, 해양, 지리 관측과 측량 기술의 발전에 중요한 역할을 해 왔으며, 망원경의 발명으로 엄청난 발전을 하였다.

이 단원에서는 지구와 달의 크기, 지구의 자전과 공전, 달의 모양 변화, 태양의 활동에 대해 알아보자. 그리고 태양계 행성을 분류하고, 천체를 관측해 보자.

1

» 중단원 미리 보기

지구, 달, 태양

지구의 모양과 크기

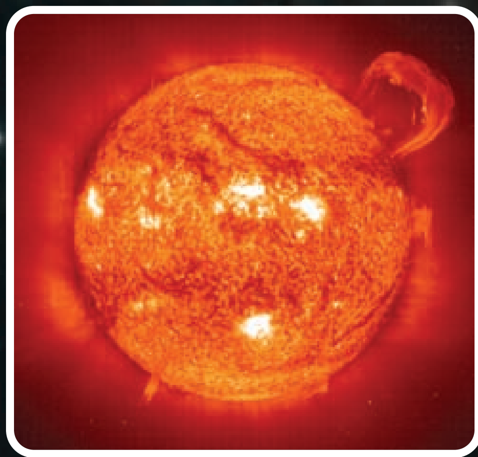
옛날 사람들은 지구에 살면서 지구가 둥글다는 것을 어떻게 알 수 있었을까? 또 지구의 크기는 어떻게 잴 수 있었을까?



태양은 동쪽에서 떠서 서쪽으로 지며, 하늘의 별자리는 계절에 따라 다르게 나타난다. 그리고 지구 상에는 낮과 밤이 생기고, 계절의 변화가 나타난다. 이것은 모두 지구가 자전과 공전을 하기 때문에 나타나는 현상이다. 또 태양 표면의 흑점 수는 주기적으로 변하며, 우리 눈에 보이는 달의 모양은 계속 변하고 있다. 이와 같이 태양과 달에서 나타나는 현상은 지구에 어떤 영향을 미치고 있을까?

태양 활동

우리가 보는 태양의 모습은 언제나 고요한 모습이다. 실제로도 태양은 고요할까?



달의 모습

달을 보면 움푹 패인 달 표면의 어두운 부분과 밝은 부분이 어우러져 방아를 찧는 토끼의 모습으로 보인다. 달 표면의 밝은 부분과 어두운 부분은 어떻게 만들어졌을까?



1-1 지구와 달



오늘날 지구가 둥글다는 것은 인공위성이나 우주 탐사선에서 찍은 사진을 통해 쉽게 확인할 수 있다. 그렇다면 과학과 기술이 발달하지 못했던 시대의 옛날 사람들은 지구가 어떤 모습이라고 생각했을까?

학습 목표

- 지구와 달의 모양을 알고, 크기를 측정할 수 있다.

지구의 모양

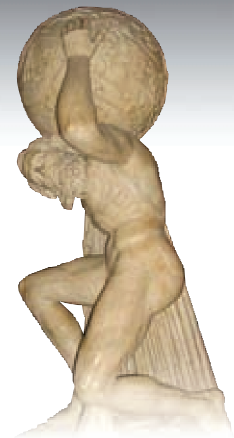
옛날 사람들은 현재와 같은 관측기구가 없었고, 주위를 둘러보아도 편평한 땅과 바다만 보였기 때문에 당연히 지구는 편평한 모양이라고 생각하였다. 즉, 단순히 눈에 보이는 사실로부터 지구의 모양을 생각한 것이다.



그림 Ⅲ-1 고대인들이 생각한 우주관



⓬ 그림 Ⅲ-2 월식 때 지구 그림자에 가려진 달

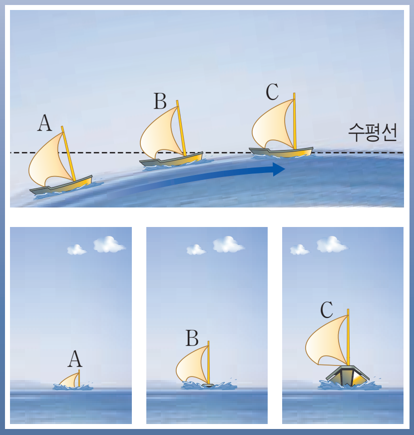


⓬ 그림 Ⅲ-3 아틀라스 조각상

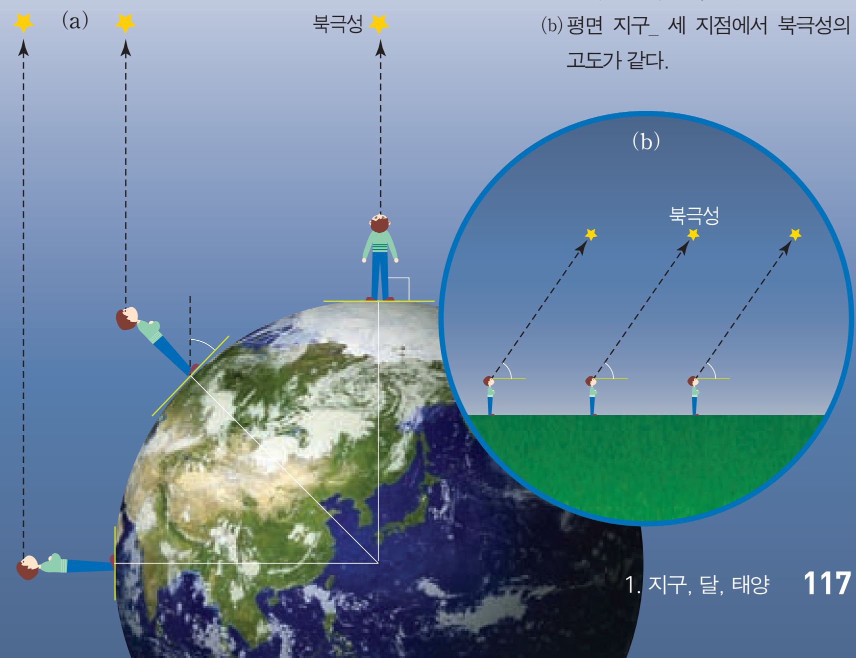
2세기에 만들어진 것으로 추정되는 로마의 아틀라스 조각상을 보면 둥근 지구를 어깨로 받치고 있다. 이것으로 보아 당시의 사람들 중 지구가 둥글다고 생각한 사람도 있었다는 것을 알 수 있다. 그러면 지구가 둥글다는 생각을 가진 사람들은 어떤 근거를 가지고 이런 생각을 하였을까?

고대 그리스의 아리스토텔레스는 월식 때 달에 비친 지구의 그림자가 둥근 것을 보고 지구의 모양이 둥글다고 생각하였다. 그는 먼 바다에서 항구로 들어오는 배의 모습을 보면 돛대의 윗부분이 먼저 보이고, 항구에 가까워지면서 배의 아랫부분이 보이는 현상이나 높은 곳으로 올라갈수록 먼 곳까지 볼 수 있다는 사실 등을 바탕으로 지구가 둥글다고 주장하였다. 또 북쪽으로 갈수록 북극성의 고도가 높아지는 것도 지구가 둥글기 때문에 나타나는 현상이라고 하였다.

1522년 마젤란 일행이 세계 일주에 성공함으로써 지구가 둥글다는 것이 처음으로 확인되었다.



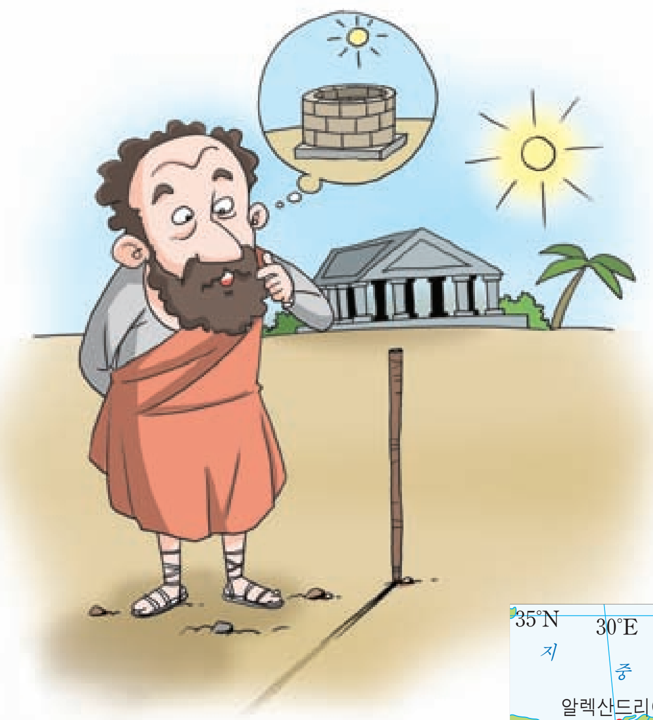
⓬ 그림 Ⅲ-4 항구로 들어오는 배의 모습



⓬ 그림 Ⅲ-5 지구의 모양에 따른 북극성의 고도

(a) 둥근 지구_ 고위도로 갈수록 북극성의 고도가 높아진다.

(b) 평면 지구_ 세 지점에서 북극성의 고도가 같다.



지구의 크기

약 2,200년 전에 그리스의 에라토스테네스는 지구가 둥글다고 생각하고 그 크기를 측정하였다. 그는 어떤 방법으로 지구의 크기를 측정하였을까?

에라토스테네스는 하짓날 정오에 태양이 시에네에 있는 우물의 바닥을 수직으로 비출 때, 북쪽 방향으로 약 925 km 떨어져 있는 알렉산드리아의 높은 탑에는 햇빛이 약 7.2° 기울어져 들어온다는 것을 알았다.

에라토스테네스
(Eratostenes ; ?B.C. 275~?B.C. 194)
그리스의 수학자, 천문학자, 지리학자. 하지 때 두 지점의 고도 차와 거리를 이용하여 지구 둘레를 처음으로 계산하였다.



그림 Ⅲ-6 알렉산드리아와 시에네의 위치

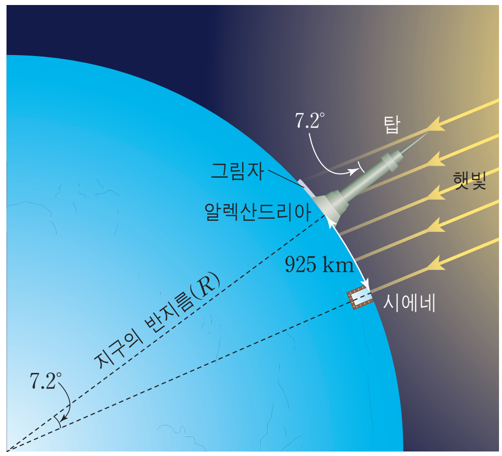


그림 Ⅲ-7 에라토스테네스의 지구 크기 측정 방법

지구가 완전한 구형이고 지구로 들어오는 햇빛이 평행하다고 가정하면, 햇빛과 탑이 이루는 각도는 시에네와 알렉산드리아가 지구 중심과 이루는 각도와 같다. 원에서 중심각의 크기와 호의 길이는 비례하므로, 지구의 반지름을 R라고 하면 다음 식이 성립한다.

$$7.2^\circ : 925\ \text{km} = 360^\circ : 2\pi R$$

에라토스테네스가 구한 지구의 반지름은 약 7,365 km로서, 오늘날 밝혀진 지구의 반지름인 약 6,400 km와 비교했을 때 15 % 정도 컸지만, 당시의 기술을 생각했을 때 매우 놀라운 측정값이라고 할 수 있다.

잠깐 체크 지구로 들어오는 햇빛이 평행하다고 가정할 수 있는 이유는 무엇인가?

목·표

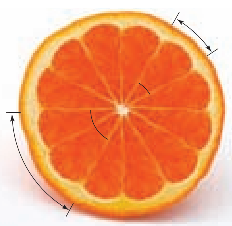
지구 모형을 이용하여 지구의 크기를 측정하는 원리를 설명할 수 있다.

준·비·물

지구 모형, 고무찰흙, 빨대, 실, 줄자, 각도기, 셀로판테이프

탐|구|도|우|미

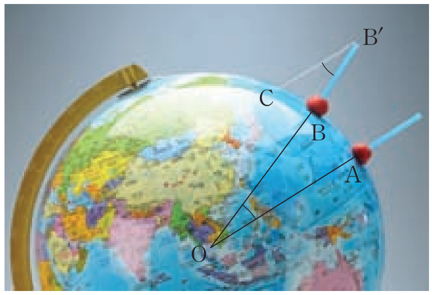
원에서 중심각의 크기는 호의 길이에 비례한다.



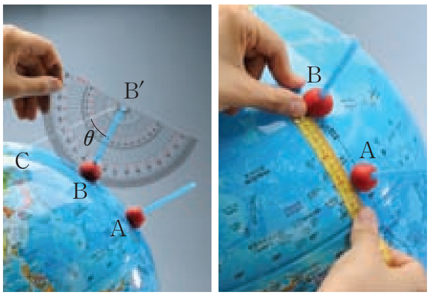
과정



❶ 빨대 두 개를 준비하여 하나의 빨대에는 실을 통과시킨 다음, 두 개의 빨대 한쪽 끝을 각각 고무찰흙으로 막는다.



❷ 햇빛이 비치는 곳에 지구 모형을 놓고 두 지점의 표면에 각각 빨대를 수직으로 붙인다. 단, 실이 없는 빨대는 그림자가 생기지 않도록 한다.



❸ 빨대 끝의 실을 그림자 끝과 연결하여 각도기로 ∠BB′C의 크기를 측정하고, 줄자로 호 AB의 거리를 측정한다.



❹ 측정한 값을 표에 기록하고, 측정값을 이용하여 지구 모형의 크기를 구한다.

결과 창의 · 인성

∠BB′C	호 AB의 거리
(　　　　　)°	(　　　　　) cm

해석

1 ∠AOB와 ∠BB′C의 관계를 쓰고, ∠AOB의 크기를 구해 보자.

2 두 막대 사이의 거리와 ∠AOB를 이용하여 지구 모형의 크기를 구하는 식을 세우고, 지구 모형의 반지름을 계산해 보자.

3 이와 같은 방법으로 지구 모형의 크기를 구할 때 필요한 가정은 무엇인가?



달의 크기

달은 태양에 비해 매우 작지만 태양과 거의 비슷한 크기로 보인다. 그 이유는 무엇일까?

지구에서 천체를 볼 때 눈과 천체 지름의 양 끝이 이루는 각도를 **각지름**이라고 한다. 그림 Ⅲ－8과 같이 야구공을 손 위에 놓고 더 멀리 있는 축구공과 겹쳐 보이게 한다면 두 공의 각지름은 같다. 이와 같이 각지름이 같을 때 물체의 크기와 거리는 비례한다.

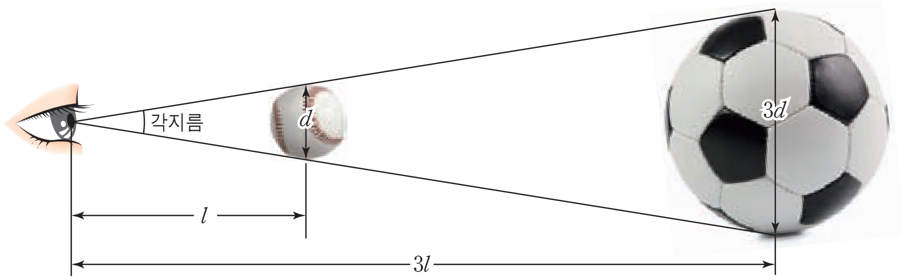


그림 Ⅲ-8 각지름_ 축구공이 야구공보다 3배 멀리 떨어져 있을 때 두 공의 각지름이 같다면 축구공의 지름이 야구공의 지름보다 3배 크다.

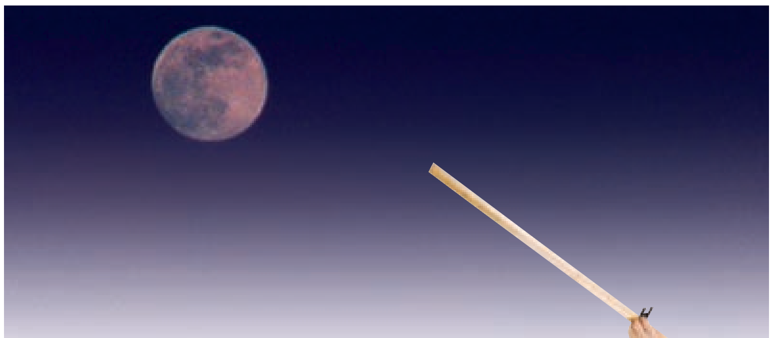
각지름을 이용하여 달의 크기를 어떻게 구할 수 있을까?

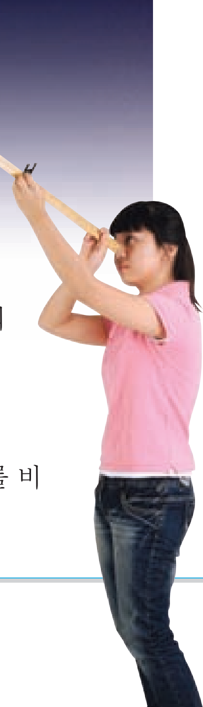
해 보기 달의 크기 측정 (측정)

|과정|

❶ 두꺼운 판지에 凹과 같이 홈을 파서 1 m 막대자에 끼운다.

❷ 홈을 통해 보름달을 보면서 달의 지름이 홈과 일치하도록 홈과 눈 사이의 거리를 조절한다.





|해석|

1 지구와 달 사이의 거리는 약 3.8×10^5 km이다. 측정한 자료를 이용하여 달의 반지름을 구하는 방법에 대해 토의하고 식을 세워 보자.

2 1의 방법으로 구한 달의 반지름은 몇 km인가?

3 지구의 반지름은 약 6,400 km이다. 달의 크기와 지구의 크기를 비교해 보자.





그림 Ⅲ-9 같은 배율로 촬영한 태양과 달_ 우리 눈에 달과 태양이 거의 비슷한 크기로 보이는 것은 각거리가 같기 때문이다.

홈(凹)의 너비를 d, 눈에서 홈까지의 거리를 l, 달의 반지름을 R, 지구와 달 사이의 거리를 L이라고 하면 다음 식이 성립한다.

$$d : l = 2R : L, \quad \therefore R = \frac{d \times L}{2 \times l}$$

또 중심각과 호의 길이가 비례하는 원의 성질을 이용하여 달의 크기를 구할 수도 있다. 지구에서 측정한 달의 각거리 0.5°를 중심각으로 하는 호의 길이는 달의 지름에 해당한다. 지구와 달 사이의 거리를 L, 달의 반지름을 R라고 하면

$$360^\circ : 2\pi L = 0.5^\circ : 2R, \quad \therefore R = \frac{0.5^\circ}{360^\circ} \times \pi L$$

지구와 달 사이의 거리는 약 38만 km이므로, 달의 반지름은 약 1,700 km인데, 이것은 지구 반지름의 약 $\frac{1}{4}$이다.

실제로는 태양이 달보다 훨씬 크지만, 각지름이 0.5°로 비슷하게 보이는 것은 태양이 달보다 지구로부터 훨씬 멀리 떨어져 있기 때문이다. 지구에서 태양까지의 거리는 지구에서 달까지의 거리의 약 400배이므로, 태양의 반지름은 달의 반지름보다 약 400배가 더 크다.

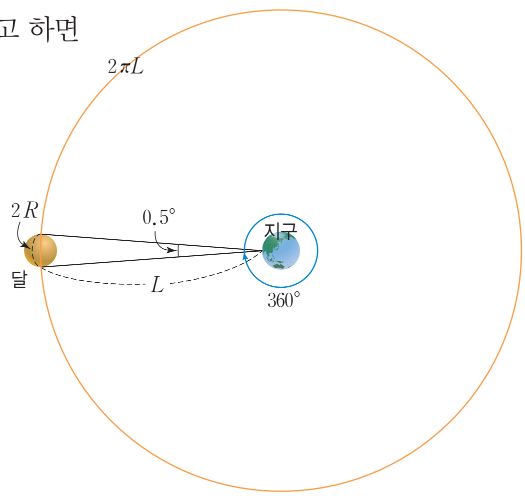


그림 Ⅲ-10 중심각과 호의 길이를 이용한 달의 크기 측정 원리

자기 주도 학습

개념 확인하기

북반구에서 고위도로 갈수록 북극성의 고도가 높아지는 이유는 무엇인가?

생활 속 문제 해결하기

태양은 달에 비해 아주 크지만, 개기 일식이 일어나면 달에 의해 태양이 완전히 가려진다. 이 원리를 설명해 보자.

1-2 지구와 달의 운동



학습 목표

- 지구의 공전과 자전으로 나타나는 현상을 설명할 수 있다.
- 달의 모양 변화와 일상생활을 연관 지어 설명할 수 있다.

시계가 없었던 옛날에는 태양이나 별자리의 이동을 관찰하여 시각을 알 수 있었다. 이것은 어떤 원리를 이용한 것일까?

지구의 자전

지구는 자전하기 때문에 매일 낮과 밤이 반복된다. 아침에 동쪽 지평선에서 떠오른 태양은 일정한 속도로 서쪽으로 이동해 간다. 해시계를 이용하면 가운데 세운 막대의 그림자가 가리키는 방향으로부터 시각을 알 수 있다. 그렇다면 햇빛이 비치지 않는 밤에는 어떻게 시각을 알 수 있었을까?

17세기에 유럽 사람들은 중앙에 구멍이 뚫려 있고 긴 막대가 연결된 기구를 이용하여 북극성과 북두칠성 중 두 별의 방향을 맞추어 시각을 알아내었다고 한다. 이와 같은 방법으로 밤에 시각을 알 수 있었던 것은 북두칠성을 이루는 별들이 일정한 속도로 회전하기 때문이다.



그림 Ⅲ-11 17세기 유럽에서 시각을 측정하던 기구

북쪽 하늘을 향해 몇 시간 동안 사진을 찍어 보면 북극성을 중심으로 그 주변의 별들이 시계 반대 방향으로 한 시간에 15°씩 회전한다는 것을 알 수 있다.

별뿐만 아니라 태양, 달 등의 천체들도 북극성을 중심으로 하루에 한 바퀴씩 도는 것처럼 보이는데, 이러한 현상을 **일주 운동**이라고 한다. 천체의 일주 운동은 지구가 하루에 한 번씩 서쪽에서 동쪽으로 자전하기 때문에 나타나는 겉보기 운동이다. 이때 북극성은 지구의 자전축 위쪽에 있기 때문에 일주 운동의 중심으로 보인다.



그림 Ⅲ-12 북쪽 하늘 별들의 일주 운동

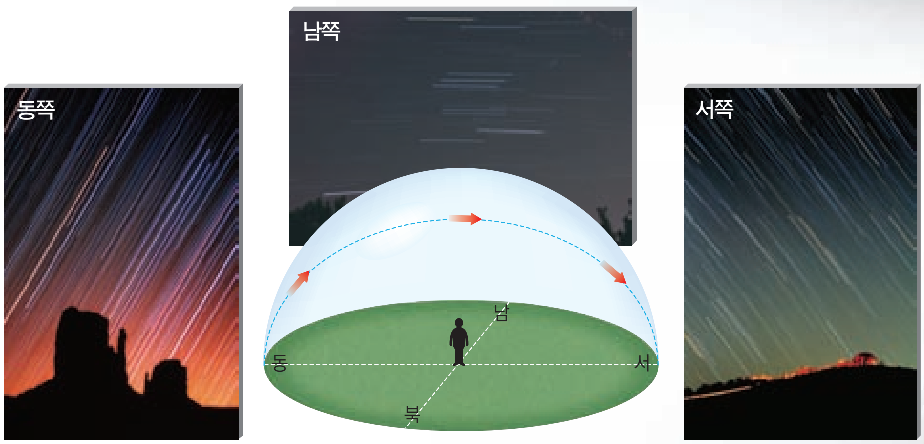


그림 Ⅲ-13 동쪽, 남쪽, 서쪽 하늘에서의 일주 운동

옛날 사람들은 이와 같은 천체의 일주 운동을 눈에 보이는 대로 태양이나 별이 지구 둘레를 돌고 있기 때문이라고 생각하였다. 그러나 오늘날에는 일정한 궤도를 따라 도는 인공위성의 위치가 계속 서쪽으로 이동하는 것을 보면 지구가 자전하고 있음을 확실히 알 수 있다.

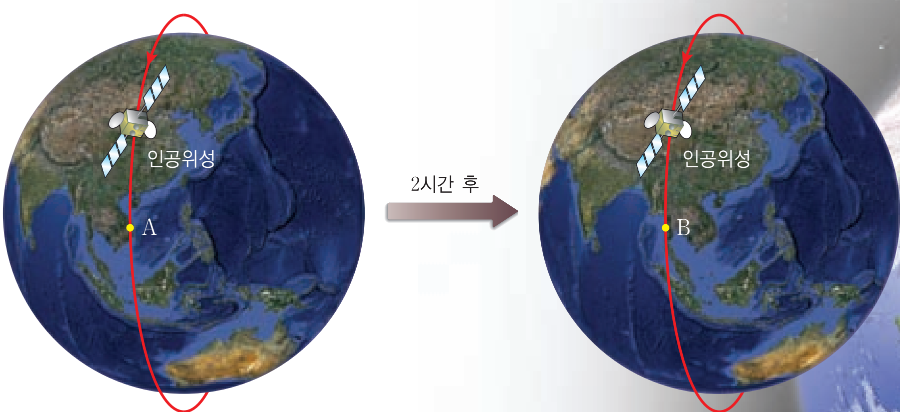




그림 Ⅲ-14 **인공위성 궤도의 서편 현상**_ 공전 주기가 2시간인 인공위성을 A 지점 상공에서 관측하였다면 2시간 후에는 서쪽으로 30°만큼 이동한 B 지점의 상공에서 관측된다.

지구의 공전

지구가 자전하기 때문에 태양이 동쪽에서 떠서 서쪽으로 지는 현상은 매일 반복되지만, 태양이 뜨는 시각과 위치는 1년을 주기로 변한다.

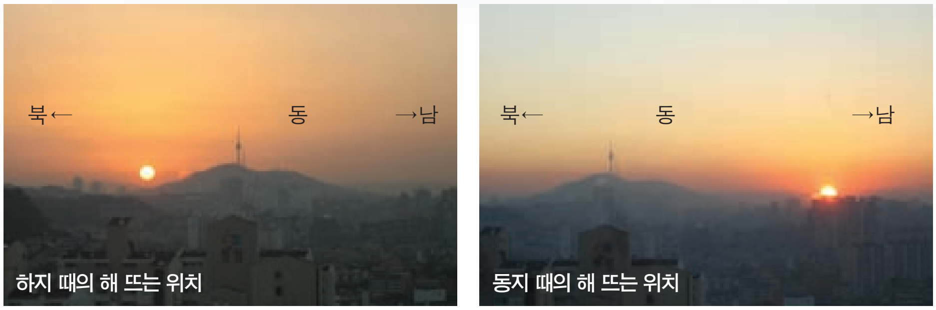


그림 Ⅲ-15 계절에 따른 태양이 뜨는 위치 변화_ 하지 때에는 북쪽으로 치우쳐서 뜨고, 동지 때에는 남쪽으로 치우쳐서 뜬다.

또한 해가 진 직후 서쪽 지평선 부근에 있는 별자리를 관측해 보면 아래 그림과 같이 매일 조금씩 서쪽으로 이동한다는 사실을 알 수 있다. 그 이유는 무엇일까?

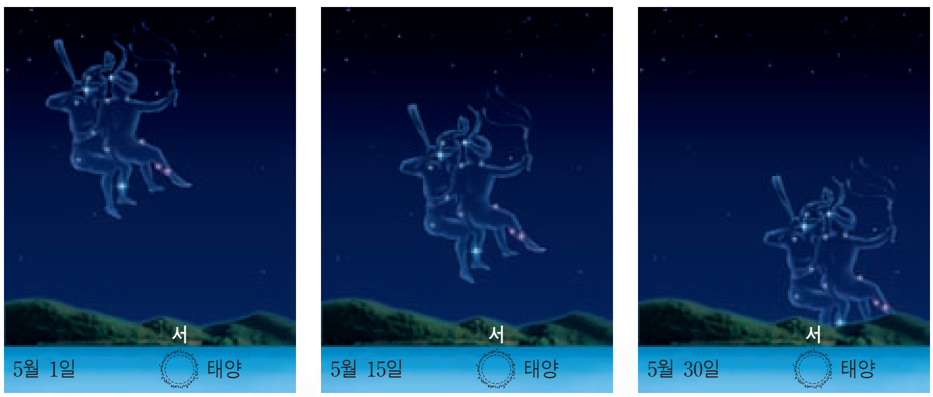


그림 Ⅲ-16 별자리의 이동

별자리는 하늘에 고정되어 있다. 따라서 해가 진 직후에 지평선 근처의 별자리가 변하는 것은 태양이 별자리 사이를 이동하여 위치가 달라졌기 때문이다.

이러한 운동을 계속 관측하면, 태양이 별자리 사이를 하루에 약 1°씩 동쪽으로 이동하여 1년 후에는 처음의 별자리로 되돌아온다는 것을 알 수 있다. 이와 같은 운동을 태양의 **연주 운동**이라고 한다.

태양의 연주 운동은 지구가 태양의 둘레를 서쪽에서 동쪽으로 1년에 한 바퀴씩 공전하기 때문에 나타나는 현상이다.

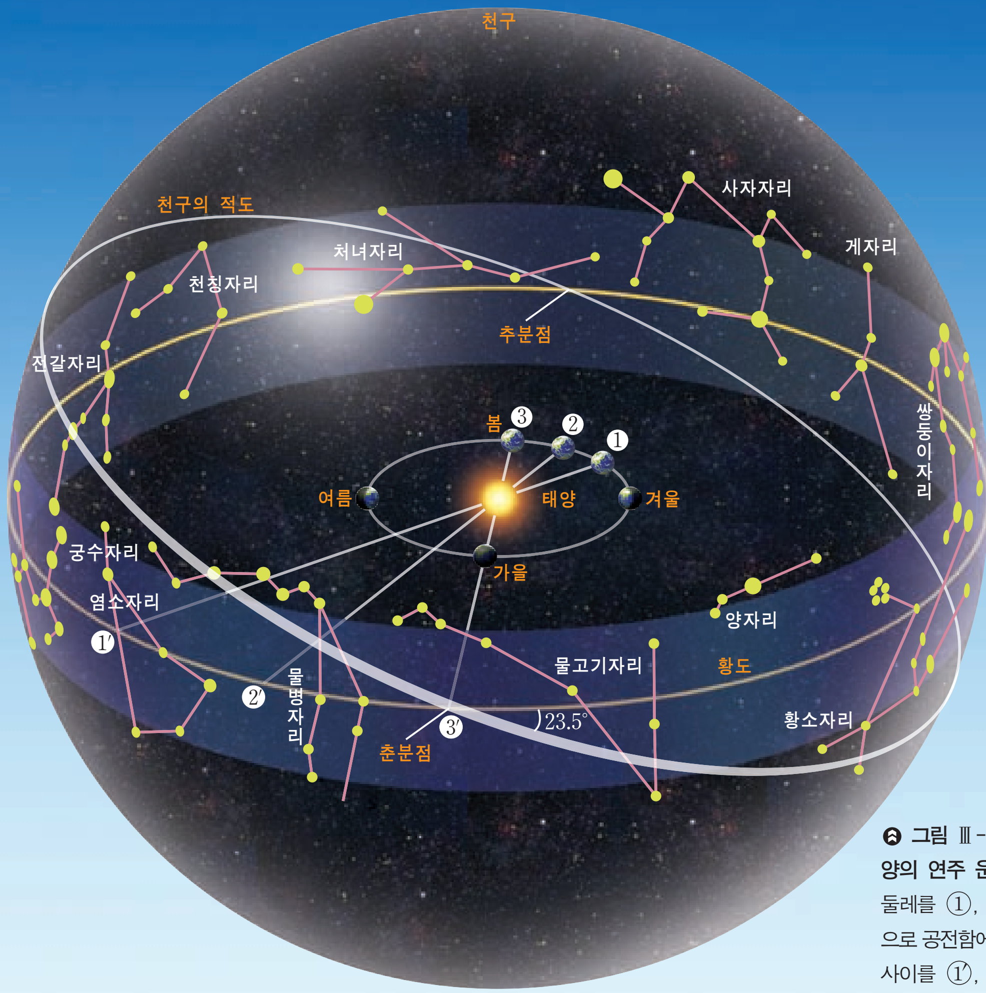


그림 Ⅲ-17 황도 12궁과 태양의 연주 운동_ 지구가 태양의 둘레를 ①, ②, ③, …의 방향으로 공전함에 따라 태양이 별자리 사이를 ①′, ②′, ③′, …의 위치로 옮겨 가는 것처럼 관측된다.

태양이 연주 운동을 하면서 별자리 사이를 지나는 길을 **황도**라고 하며, 그 길목에 있는 12개의 별자리를 **황도 12궁**이라고 한다.

지구의 자전축은 황도와 약 66.5° 기울어져 있기 때문에 황도는 천구의 적도와 약 23.5°의 경사를 이룬다. 따라서 황도와 천구의 적도는 두 점에서 만나게 된다.

천구의 적도와 황도가 만나는 두 점 중에서 태양이 남쪽에서 북쪽으로 지나는 점을 **춘분점**, 북쪽에서 남쪽으로 지나는 점을 **추분점**이라고 한다. 그리고 태양이 천구의 적도에서 북쪽으로 가장 멀리 떨어진 황도 상의 점을 **하지점**, 남쪽으로 가장 멀리 떨어진 황도 상의 점을 **동지점**이라고 한다.

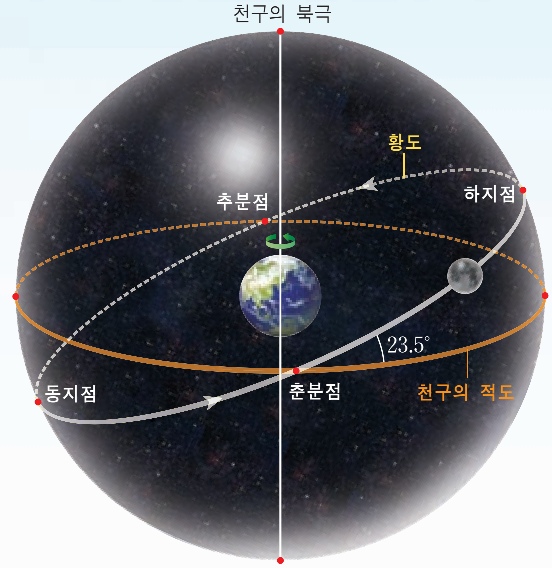


그림 Ⅲ-18 천구_ 하늘의 천체들은 관측자를 중심으로 하여 커다란 구에 달라붙어 있는 것처럼 보인다. 이렇게 표현한 가상의 구를 천구라고 한다.

잠깐 체크 지구의 자전축이 황도로부터 기울어진 각도는 몇 도(°)인가?

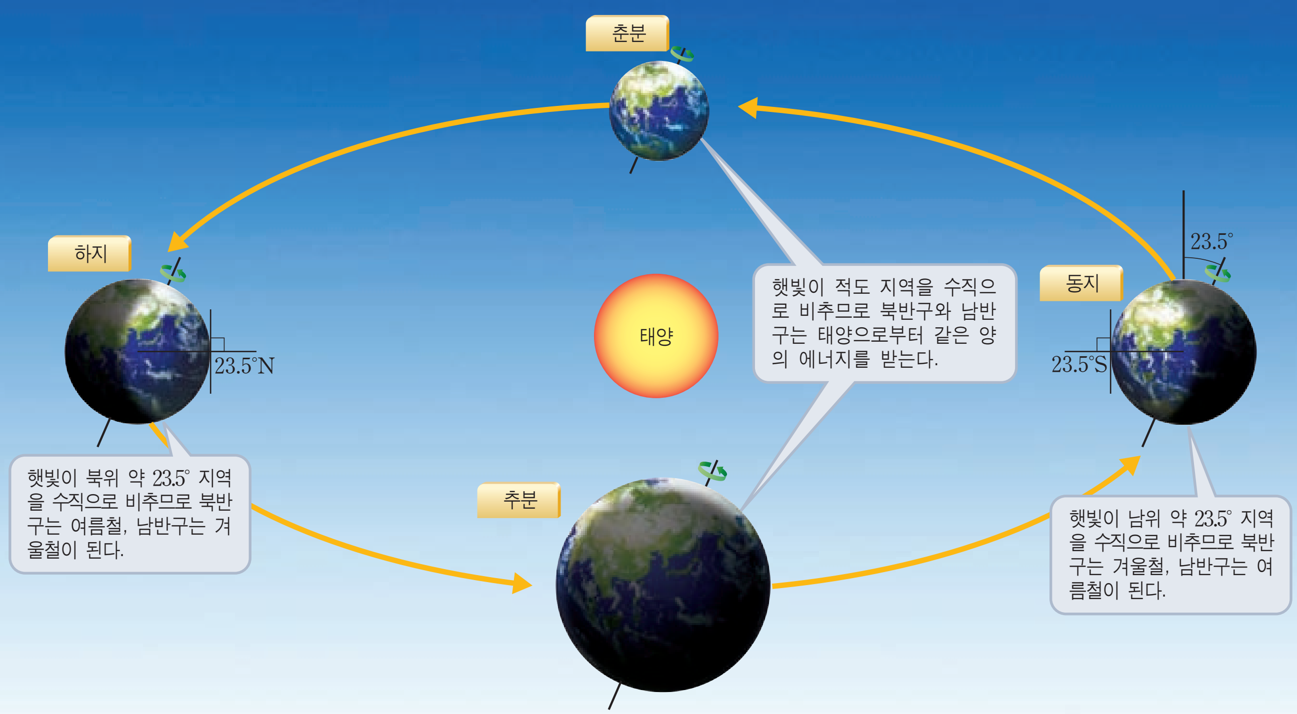
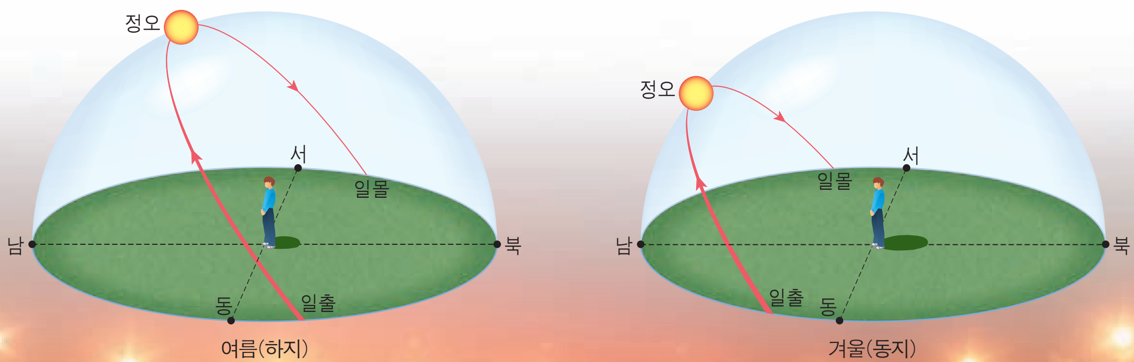


그림 Ⅲ-19 지구의 공전 궤도와 계절의 변화

지구의 자전축은 황도와 약 66.5° 기울어져 있기 때문에 계절에 따라 태양의 일주 운동 경로가 달라진다. 그 결과 태양의 고도와 낮의 길이가 달라져 지표면이 받는 태양 복사 에너지의 양이 변하므로 계절의 변화가 생긴다. 즉, 여름철에는 태양의 남중 고도가 높고 낮의 길이가 길기 때문에 단위 면적당 도달하는 태양 복사 에너지가 많아 날씨가 덥다. 반대로, 겨울철에는 태양의 남중 고도가 낮고 낮의 길이가 짧기 때문에 날씨가 춥다.

그림 Ⅲ-20 계절에 따른 태양의 일주 운동 경로와 낮의 길이



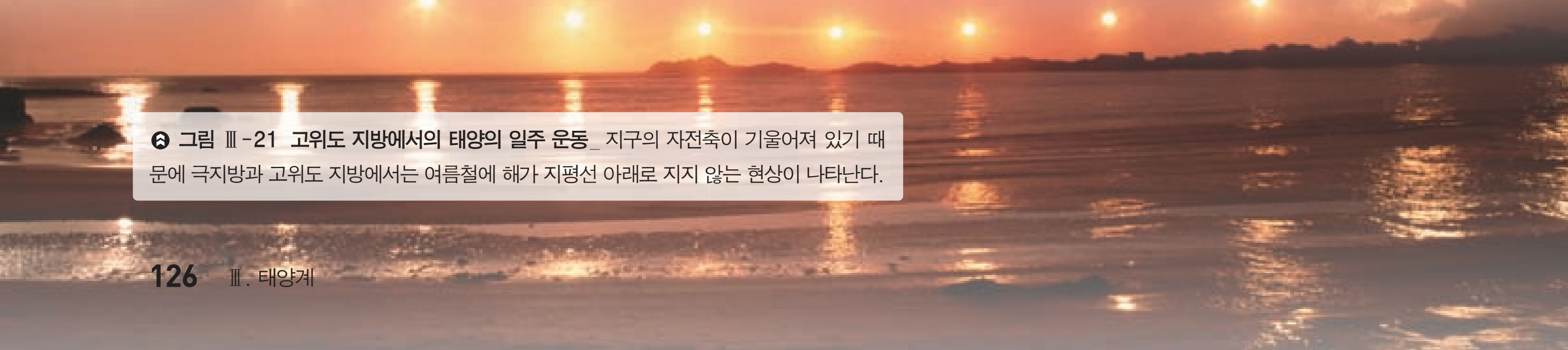
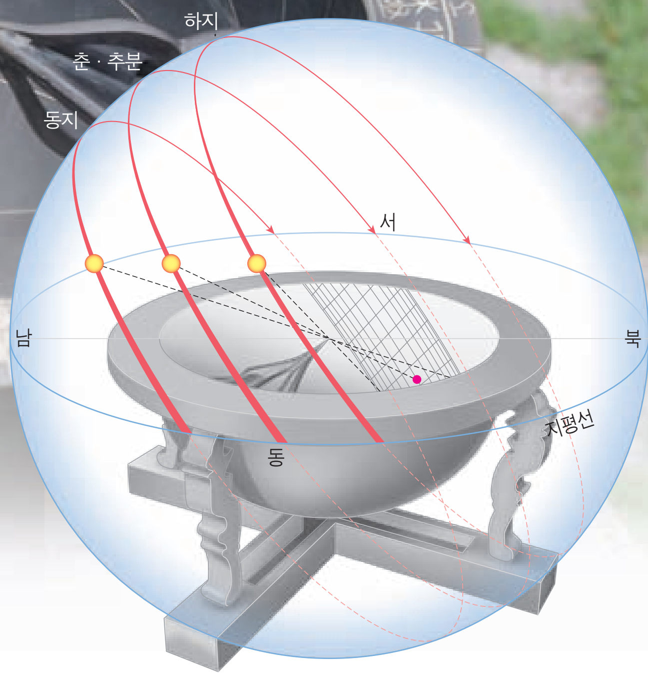


그림 Ⅲ-21 고위도 지방에서의 태양의 일주 운동_ 지구의 자전축이 기울어져 있기 때문에 극지방과 고위도 지방에서는 여름철에 해가 지평선 아래로 지지 않는 현상이 나타난다.

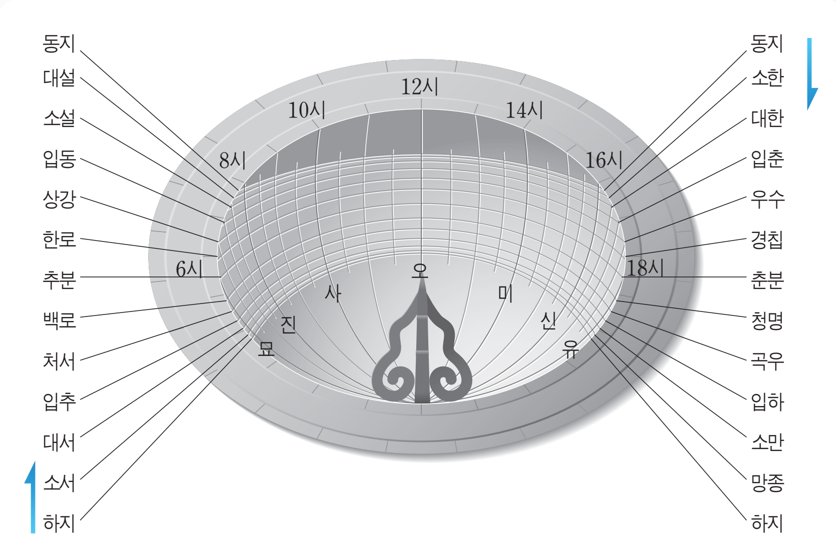
STEAM 융합

앙부일구의 과학

앙부일구는 종로 혜정교와 종묘 앞에 설치한 우리나라 최초의 공동 해시계로서, 글을 모르는 백성들을 위해 12지신을 그림으로 그려 시각을 쉽게 알 수 있게 하였다. 당시 서양에서 쓰이던 해시계는 그림자가 닿는 면이 편평한 평면형이 대부분이었지만, 앙부일구는 오목형 해시계로 만들어졌다. 또한 앙부일구는 청동으로 몸통을 만든 뒤 검은 칠을 하고, 글자와 선을 은상감으로 새겨 넣어 예술품으로도 손색이 없다. 이와 같은 앙부일구는 세계 어디에 내놓아도 자랑스러운 해시계이며, 우리의 과학 문화유산으로서도 가치가 매우 큰 유물이다.



하루 동안 태양의 움직임_ 하지 때는 태양의 고도가 높고, 동지 때는 태양의 고도가 낮으므로 영침의 그림자 끝이 가장 아래 선에 닿으면 하지이고, 영침의 그림자 끝이 가장 위의 선에 닿으면 동지이다. 또한 해가 동쪽에서 떠서 서쪽으로 지므로 하루 동안 그림자의 끝은 서쪽에서 점점 동쪽으로 이동한다.



시각과 계절 읽기의 원리_ 오목한 시계판에 세로선 7줄과 가로선 13줄을 그었는데, 세로선은 시각을 나타내는 선이고, 가로선은 계절을 나타내는 선이다. 해가 동쪽에서 떠서 서쪽으로 지는 동안 생기는 그림자 끝이 시각선에 비추어 시간을 알 수 있는 원리이다. 또 절기마다 태양의 고도가 달라지기 때문에 계절선에 나타나는 그림자 높이가 다른 것을 보고 24절기를 알 수 있다.



달의 모양 변화와 우리의 생활

달은 태양과 마찬가지로 둥근 천체이다. 그러나 달이 눈썹 모양으로 보이기도 하고 반원 모양으로 보이기도 하는 이유는 무엇일까?

탐구 활동 　달의 관측 　관측

목·표

달을 관측하여 달의 모양과 위치 및 달이 뜨는 시각이 어떻게 변하는지 설명할 수 있다.

준·비·물

방위판, 필기도구

과정

초승달이 보이는 날부터 해가 진 직후에 달의 모양과 위치를 관찰하고, 어떻게 움직이는지 살펴본다. 이틀 간격으로 보름 동안 이 과정을 되풀이하여 관찰한 결과를 다음 표와 같이 기록한다.

날짜(음력)	달의 위치	달의 모양	달의 움직임
2일	서쪽 하늘		서쪽 지평선 부근에서 보이다가 잠시 후 지평선 아래로 진다.
4일			

탐|구|도|우|미

1. 달의 위치를 관측할 때에는 방위판을 사용하여 정확한 위치와 모양을 기록해 둔다.
2. 인터넷에서 관측 기간 동안의 달의 모양과 위치 변화를 찾아보고, 자신의 관측 결과와 비교해 본다.

결과

1 음력 2일경과 5일경에 나타나는 달은 어떤 모양인가?

2 음력 2일 → 8일 → 15일로 가면서 초저녁에 보이는 달의 위치는 어떻게 변하는가?

해석 　창의 · 인성

1 달의 모양과 위치는 날짜가 지남에 따라 어떻게 변하는가?

2 초승달에서 보름달까지 변하는 데에는 며칠이 걸리는가?

3 보름달 이후에는 달이 뜨는 시각이 어떻게 변하는지 조사해 보자.



그림 Ⅲ-22 해가 진 직후 달의 모양과 위치(날짜는 음력)

스스로 해결하기

아래 문장 중 틀린 곳에 밑줄을 긋고, 알맞게 고쳐 보자.

> 매일 밤 달이 뜨는 시각은 하루에 50분씩 빨라지는데, 그 이유는 달이 서쪽에서 동쪽으로 자전하기 때문이다.

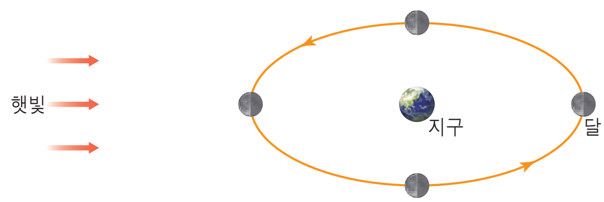
매일 밤 같은 시각에 달을 관측해 보면 보이는 모양이 다르고, 나타나는 위치도 다르다.

음력 2일경 해가 진 직후에 서쪽 하늘에서 보이던 초승달은 날짜가 지남에 따라 모양이 점차 커지고, 그 위치도 동쪽으로 조금씩 이동한다. 음력 15일경에는 보름달이 되어 동쪽 하늘에서 관측되고, 그 후에는 동쪽 하늘에 뜨는 시각이 조금씩 늦어지고 모양도 점차 작아진다.

위와 같이 달의 모양과 위치가 변하는 이유는 무엇일까?

달은 약 한 달에 한 바퀴씩 지구 주위를 공전한다. 그런데 달은 햇빛을 받는 부분만 밝게 보이기 때문에 달의 공전 위치에 따라 지구에서 보이는 모양이 변하는 것이다.

달은 하루에 약 13°씩 서쪽에서 동쪽으로 공전하므로 달이 뜨는 시각은 하루에 약 50분씩 늦어지고, 초저녁에 보이는 달의 위치도 매일 조금씩 동쪽으로 옮겨간다.



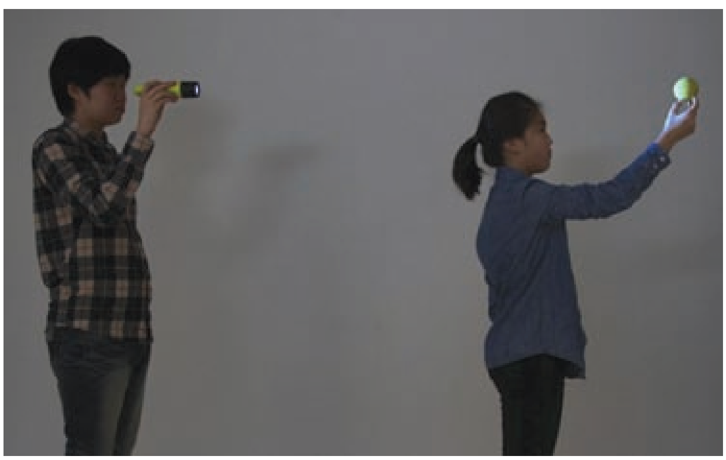
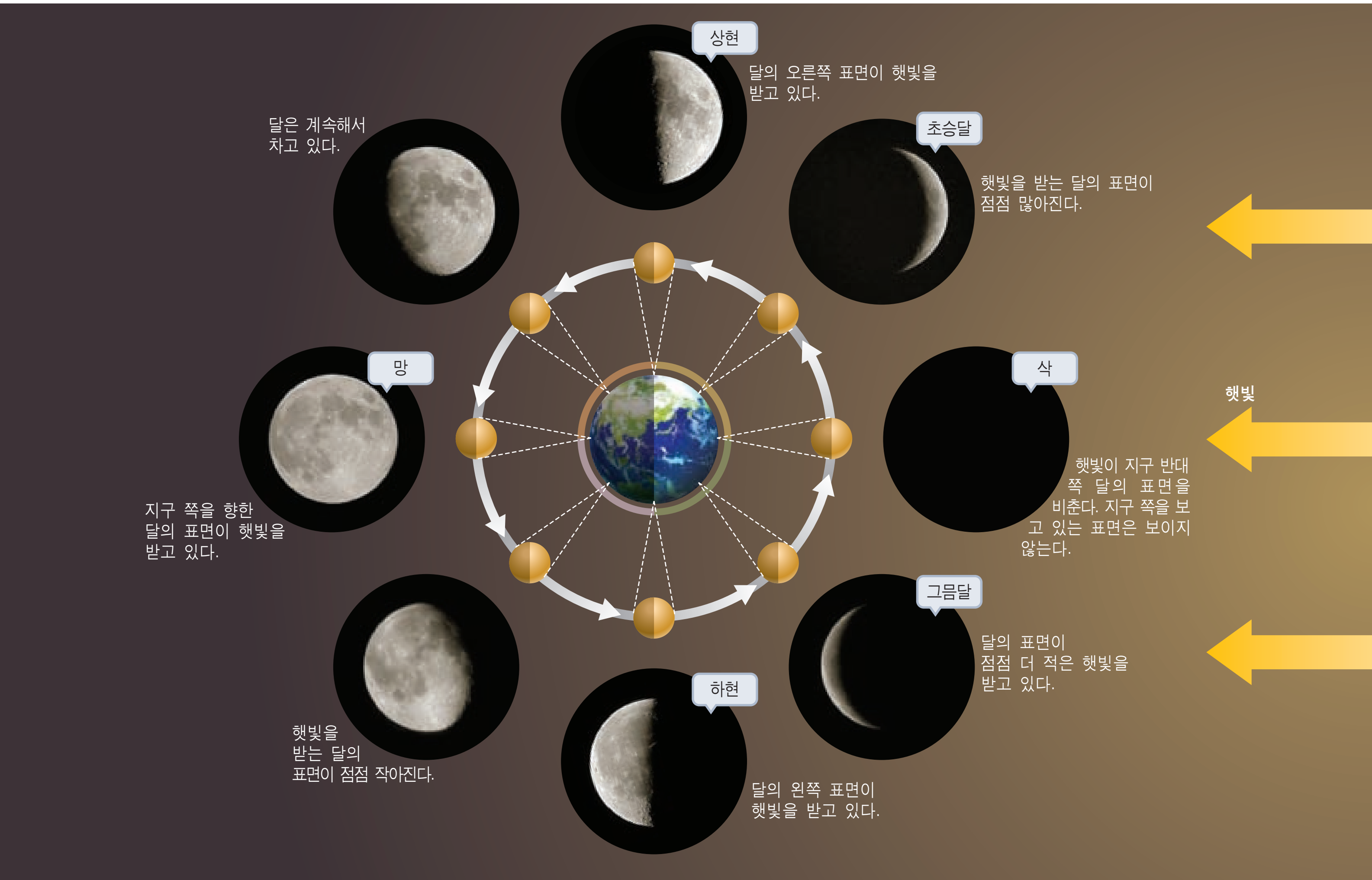


그림 Ⅲ-23 달의 모양이 변하는 원리_ 공을 든 사람을 지구라고 가정하면 손전등은 태양, 공은 달에 비유할 수 있다.



우리가 보는 달빛은 달이 스스로 만들어 낸 것이 아니라, 햇빛이 달에 반사되어 보이는 것이다. 달이 태양과 같은 방향에 있어서 보이지 않을 때를 **삭**이라고 하며, 태양의 반대 방향에 있어서 보름달이 되는 때를 **망**이라고 한다. 그리고 삭과 망 사이에서 오른쪽이 둥근 반달이 되는 때를 **상현**이라고 하며, 왼쪽이 둥근 반달이 되는 때를 **하현**이라고 한다.

그림 Ⅲ-24 달의 위치와 모양 변화



달의 표면에는 밝고 어두운 부분이 어우러진 무늬가 있다. 달이 지구 주위를 공전하면서 모양이 변할 때 지구에서 사진을 찍어 보면, 다음 그림과 같이 달의 모양이 변해도 달의 표면 무늬는 변하지 않는 것을 알 수 있다. 이것은 달이 지구 주위를 공전하는 동안 같은 면이 지구를 향하고 있기 때문이다. 이와 같은 현상이 나타나는 이유는 무엇일까?

달은 지구 주위를 공전하면서 동시에 자전하고 있는데, 달이 지구 주위를 한 바퀴 공전하는 동안 한 바퀴 자전한다. 즉, 달의 자전 주기는 공전 주기와 같기 때문에 지구에서는 달의 한쪽 면만 볼 수 있고, 그 반대쪽 면은 볼 수 없다.

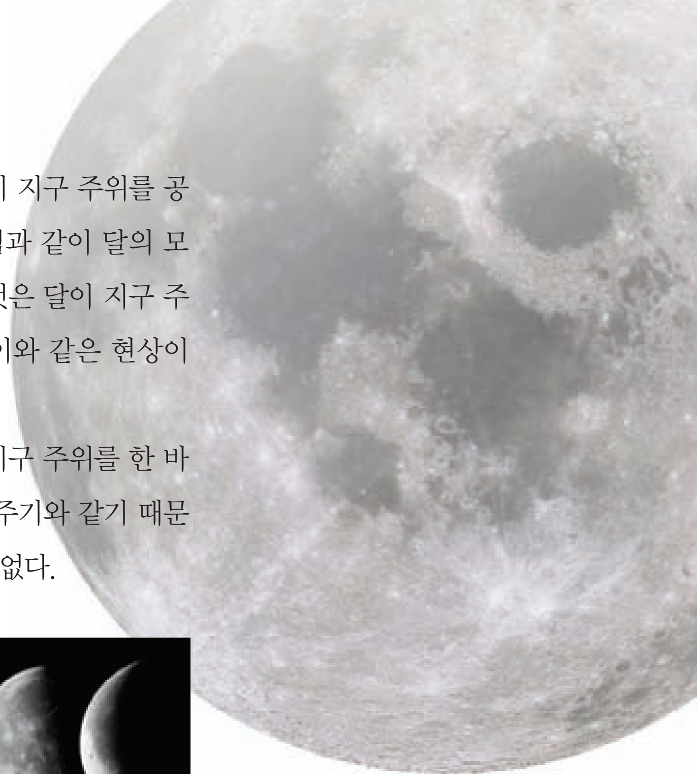




그림 Ⅲ-25 달의 모양과 무늬

해안 지방에서 생기는 밀물과 썰물은 달과 밀접한 관계가 있다. 즉, 달의 인력에 의해 바닷물이 지구의 양쪽으로 쏠리는 현상이 일어나는데, 이때 바닷물이 밀려들어와 해수면이 높아지는 현상을 밀물이라고 하며, 바닷물이 빠져나가 해수면이 낮아지는 현상을 썰물이라고 한다. 밀물과 썰물 때 해수면의 높이차는 삭이나 망일 때 크게 나타나고, 상현이나 하현일 때 작게 나타난다.

한편, 달이 지구 주위를 공전하면서 위치가 달라지기 때문에 밀물과 썰물이 생기는 시각도 매일 조금씩 늦어진다. 따라서 옛날부터 바다를 터전으로 살아온 어부와 같은 사람들의 생활은 달의 운동과 밀접한 관련이 있다.

만조와 간조
밀물로 바닷물이 들어와 해수면의 높이가 가장 높아질 때를 만조라고 하며, 썰물로 바닷물이 빠져 해수면의 높이가 가장 낮아질 때를 간조라고 한다. 또 만조와 간조 때 해수면의 높이차를 조차 또는 간만의 차라고 한다.



그림 Ⅲ-26 만조와 간조 때의 해수면 변화





그림 Ⅲ-27 **개막이**_ 개막이라는 말에서 '개'는 강이나 내에 바닷물이 드나드는 곳을 말한다.

그림 Ⅲ-28 **죽방렴**_ 대나무 어사리, 방전 등으로 불린다. 조차가 크고 물살이 세며 수심이 얕은 갯벌에 참나무와 대나무를 이용해 만든 장치를 설치해 물고기를 잡는다.

개막이나 죽방렴은 조차가 크게 나타나고, 물길이 좁고 물살이 빠른 해역에 날개 모양이나 원통 모양으로 울타리처럼 그물을 쳐서 밀물 때 들어온 고기를 썰물 때 잡는 전통 어업 방식이다. 이곳에서 잡힌 수산물은 매우 신선하기 때문에 최근에도 이러한 전통 방법을 사용하고 있으며, 체험 학습장으로도 인기가 높다.

전라남도 진도와 충청남도 보령의 무창포 해수욕장은 바닷길이 열리는 현상으로 유명하다. 무창포 해수욕장에서 바다를 양쪽에 두고 석대도로 이어지는 S자 모양의 바닷길은 자연의 신비로움을 느끼게 한다. 바닷길은 음력 보름이나 그믐날 간조 무렵에 열리는데, 달의 공전으로 간조 시각이 달라지므로 바닷길을 체험하려면 바닷길이 열리는 시각을 미리 확인해야 한다.

잠깐 체크 밀물과 썰물에 의해 해수면이 규칙적으로 높아졌다 낮아졌다 하는 현상을 무엇이라고 하는가?





그림 Ⅲ-29 진도(전라남도)

그림 Ⅲ-30 무창포(충청남도 보령)

음력은 달의 모양 변화를 기초로 하여 만든 역법으로서, 양력이 도입되기 전부터 사용되어 왔다. 정월 대보름, 단오, 설날과 추석 등 우리의 전통 명절은 음력과 관련이 많다.

설날은 음력 문화권에서 새해가 시작되는 첫날이 되므로 그 의미가 깊다. 정월 대보름은 1년 중 보름달이 뜨는 첫째 날이며, 쥐불놀이를 하는 풍속이 남아 있다.

추석은 음력 8월 15일로서, 가을의 한가운데 날이라는 뜻으로 중추절이라고 부른다. 이날은 밝은 보름달을 볼 수 있는 명절로서, 봄부터 가꾼 곡식과 과일들을 수확하고 한 해 농사의 풍년을 감사하는 날이며, 동시에 내년의 풍요를 기리는 의미를 가진다.



그림 Ⅲ-31 조상들의 단오절 풍속(김홍도 작)_ 단오는 음력 5월 5일로서, 모내기를 끝내고 풍년을 기원하는 날이기도 하다.

과학 자료실 — 음력과 24절기

예로부터 우리 조상들은 달의 운동을 기준으로 한 역법을 만들어 사용하였는데, 이것을 음력 또는 태음력이라고 한다. 음력은 달의 모양 변화 주기를 한 달로 하였으므로 한 달이 29일이나 30일이 된다. 그리고 1년은 354일 정도이므로 3년에 한 번 정도씩 윤달을 두었다.

음력을 사용하면 달의 모양으로부터 날짜나 조석 현상 등을 쉽게 알 수 있지만, 계절의 변화와는 잘 맞지 않았다. 이를 보완하기 위해 조상들은 황도를 15° 간격으로 등분한 24절기를 사용하여 계절의 변화를 생활에 이용하였다.



자기 주도 학습

개념 확인하기

북반구에서 북쪽 하늘에 있는 별들의 일주 운동 방향과 한 시간 동안 움직인 각도를 말해 보자.

생활 속 문제 해결하기

장마철에 많은 비가 오면 강 하류 지역의 피해 예방을 위해서 서해안의 조석을 참고하는 이유는 무엇일까?

과학과 기술, 사회 연관 짓기

우리 주변에는 남쪽 방향으로 지은 건물이 많다. 그 이유를 태양의 일주 운동과 관련지어 설명해 보자.

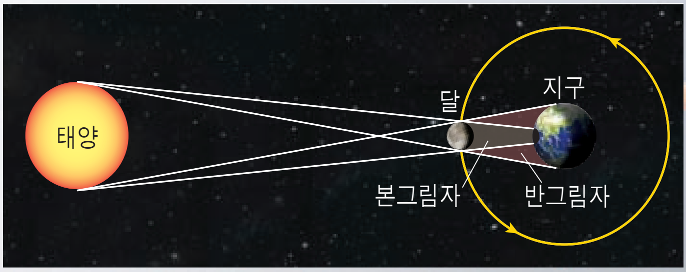
보충·심화

일식과 월식

일식과 월식은 먼 옛날부터 사람들의 호기심과 두려움의 대상이 되어 온 자연 현상이다. 옛날 사람들은 밝게 빛나던 태양이 조금씩 가려지다가 마침내 검은 태양으로 보이는 것을 두려워하였다. 그들에게는 깜깜한 밤에 밝은 보름달이 귀퉁이에서부터 서서히 사라져서 붉은색만 남는 모습도 충격적인 모습이었다.

1503년 신대륙을 찾아가던 콜럼버스는 카리브 해 근처에서 방향을 잃고, 배까지 파손되어 항해가 불가능하게 되자, 배를 해안에 정박하고 수리하였다. 콜럼버스 일행은 원주민의 도움으로 음식과 피난처를 제공받을 수 있었지만, 얼마 지나지 않아 원주민들은 외지에서 나타난 일행을 점점 경계하고 콜럼버스 일행의 목숨을 위협하기까지 하였다. 위기에 몰린 콜럼버스는 마침 월식이 나타날 조짐이 보이자 "하늘의 노여움으로 곧 달이 사라질 것이다."라고 기지를 발휘하였다. 잠시 후 실제로 월식이 일어나자 두려움에 사로잡힌 원주민들은 달을 원래대로 돌려 달라고 간청했고, 콜럼버스는 월식이 끝날 때쯤에 맞춰 원주민의 간청을 들어주는 척하였다. 다시 보름달로 돌아오는 달의 모습을 본 원주민들은 콜럼버스가 섬에 머무는 동안 많은 편의를 봐주었다.

달이 지구의 둘레를 공전하다가 태양–달–지구의 순으로 일직선 상에 위치하게 되면 달이 태양을 가리게 되어 일식이 일어난다. 달의 본그림자 속에 들어가는 지역에서는 태양 전체가 보이지 않는 **개기 일식**이 일어나고, 반그림자 속에 들어가는 지역에서는 태양의 일부분이 보이지 않는 **부분 일식**이 일어난다.



일식의 원리


개기 일식


부분 일식

한편, 태양–지구–달의 순으로 위치하게 되면 달이 지구의 그림자 속에 들어가게 되어 월식이 일어난다. 달 전체가 지구의 본그림자 속에 들어가면 **개기 월식**이 일어나고, 달의 일부분이 본그림자 속으로 들어가면 **부분 월식**이 일어난다.



월식의 원리


개기 월식


부분 월식

STEAM 융합

달을 산 사또

옛날 어떤 마을에 사또가 부임해 왔는데, 백성 돌보는 일은 뒷전이고 밤마다 잔치를 벌여 흥청망청 놀기만 하였다. 그런데 하루는 잔치 중에 사또가 불평을 하였다.

"오늘은 어찌하여 달이 보이질 않는가? 달이 없으니 흥이 나지 않는구나."

마침 잔치에 왔던 한 스님이 그 말을 듣고 대답을 했다.

"사또, 오늘 같은 날 어찌 달이 뜨겠습니까?"

스님은 오늘은 음력으로 그믐이라서 달이 뜨지 않는다는 의미로 말했는데, 사또는 이 말을 이해하지 못하고 엉뚱한 소리를 했다.

"뭐라고? 그럼 이 고을에 내가 부임해 와서 달이 안 뜬다는 말인가?"

스님은 사또가 달이 차고 기우는 원리를 모르는 것을 알아차렸다. 그래서 사또를 골려 줄 생각으로 말하였다.

"그렇습니다. 사또의 정성이 모자라 달이 안 뜨는 것입니다. 이 고을은 새로 부임한 사또가 부처님께 공양하지 않으면 달이 뜨지 않습니다."

사또는 그 말을 믿었다.

"그래? 그러면 얼마를 공양해야 하느냐?"

"돈 50냥을 바치시면 달을 볼 수 있을 것입니다."



사또는 다음날 돈 50냥을 절에 보내고, 이틀 뒤에 또 잔치를 벌였다. 그런데 해가 지고 날이 어둑어둑해지니 정말로 동쪽 하늘에서 눈썹같이 생긴 달이 떠올랐다.

"옳지, 부처님께 공양한 보람이 있구나."

사또는 기분이 좋기는 했지만, 아무래도 달이 작고 희미하다는 생각이 들었다.

"달이 뜨기는 했으나 너무 작고 희미하구나. 좀 더 큰 달을 뜨게 할 수는 없는가?"

스님이 그 말에 대답했다.

"사또께서 돈 50냥을 공양하였으니 50냥 값어치만큼 달이 뜨는 것이지요. 돈을 좀 더 많이 바치시면 더 큰 달을 볼 수 있을 것입니다."

사또는 다음날 돈 100냥을 절에 보냈다. 그리고 5일 후에 또 잔치를 하면서 보니, 오른쪽이 둥근 반달이 보였다. 그러나 사또는 아직도 달이 마음에 들지 않았다.

"달이 더 밝고 커진 것은 틀림없는데, 아직 내 성에 차지 않는구나."

스님이 가만히 대답을 했다.

"저 달은 사또께서 바치신 100냥 값어치의 달입니다. 돈 1,000냥이면 더 큰 달을 볼 수 있을 것입니다."

그래서 사또는 또 돈 1,000냥을 절에 보내고, 일주일 후에 또 잔치판을 벌였다. 하늘이 어두워지자 마침내 서쪽 하늘에서 쟁반같이 둥근 달이 떠올랐다.

"허허, 이제야 달이 제대로 떴구나!"

사또는 밤늦도록 둥근 달을 보며 잔치를 벌였다.

글쓰기

1 이 글에서 과학적으로 옳지 않은 부분을 찾아 수정해 보자.
2 사또가 본 달의 모양을 순서대로 서술해 보자.

1-3 태양



고구려의 고분 벽화에서는 다리가 세 개 달린 까마귀 그림이 발견되며, 옛 문헌에는 태양 속에 까마귀가 산다는 내용이 등장하기도 한다. 태양 표면에서 볼 수 있는 검은 무늬는 무엇일까?

학습 목표

- 태양에서 나타나는 여러 현상을 설명할 수 있다.
- 태양 활동이 지구에 미치는 영향을 말할 수 있다.

태양은 태양계에서 스스로 빛과 열을 방출하는 유일한 별이다. 태양은 고온의 수소와 헬륨 가스 등으로 구성되어 있는 구형의 천체로서, 막대한 에너지를 우주 공간으로 방출하고 있다.

우리 눈에 보이는 태양의 둥근 표면을 **광구**라고 하는데, 이곳에서는 쌀알무늬와 흑점을 볼 수 있다.

쌀알무늬는 태양 내부의 에너지가 표면으로 분출되는 대류에 의한 현상으로서, 마치 쌀알을 흩뿌려 놓은 것처럼 보인다. 태양 표면에 검게 보이는 크고 작은 점들을 **흑점**이라고 하는데, 표면 온도가 약 6,000℃인 주위에 비해 흑점은 온도가 4,000℃ 정도로 낮기 때문에 어둡게 보이는 것이다.

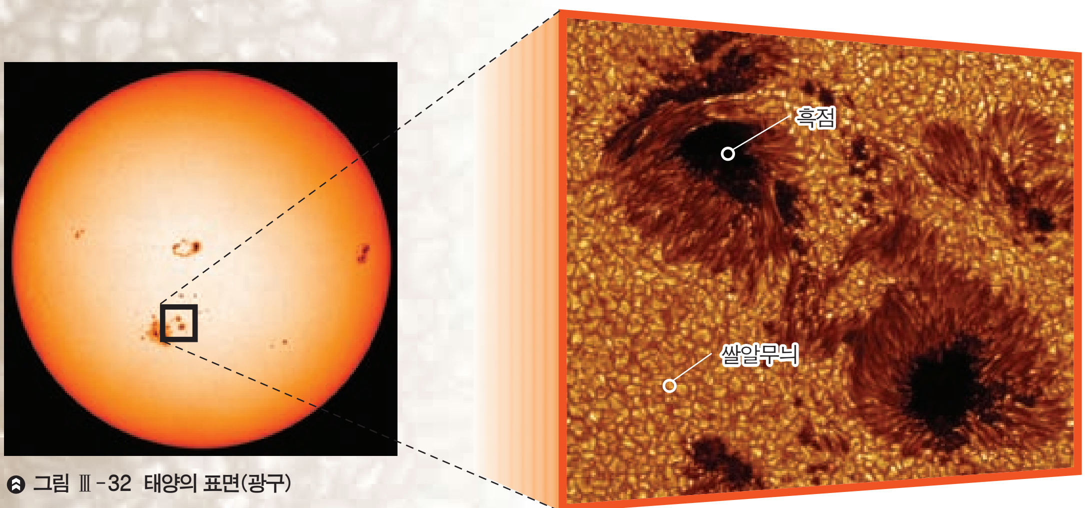


그림 Ⅲ-32 태양의 표면(광구)

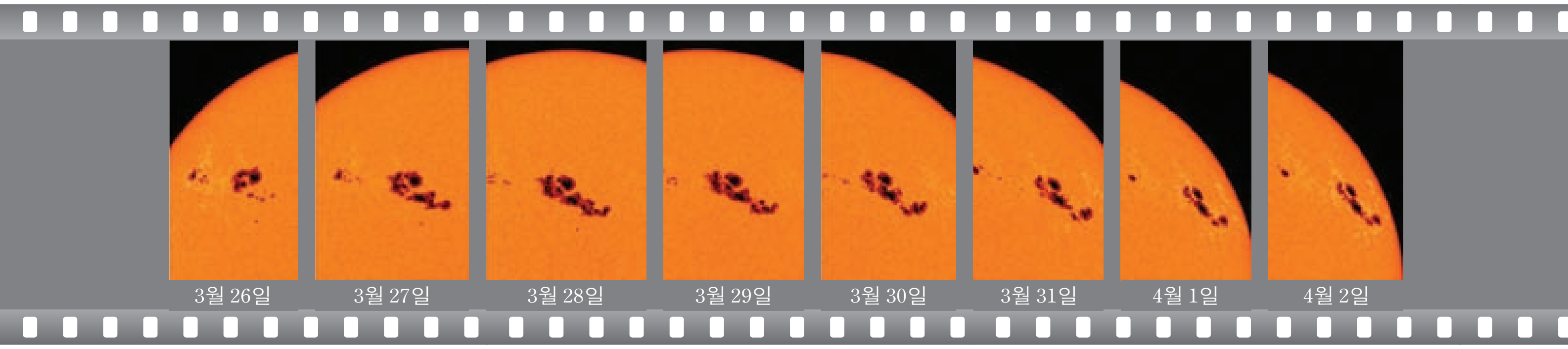


그림 Ⅲ-33 태양 표면에서 흑점이 이동하는 모습

흑점을 매일 관측해 보면 모양과 크기가 조금씩 변하면서, 위치가 동쪽에서 서쪽으로 이동해 가는 것을 볼 수 있다. 흑점의 위치가 변하는 것은 태양이 자전하기 때문에 나타나는 현상으로서, 흑점의 이동 속도를 조사하면 태양의 자전 주기를 알 수 있다. 태양은 기체로 되어 있기 때문에 적도 부근에서는 자전 속도가 빠르고 극 부근에서는 느리다. 그 결과 자전 주기가 위도에 따라 다르게 나타나는데, 태양의 자전 주기는 평균 27일 정도이다. 흑점 수는 약 11년을 주기로 많아졌다 적어지는 현상이 반복된다.

인터넷 속 과학 세상

태양 활동과 흑점의 관계, 흑점의 증가와 감소가 지구에 미치는 영향을 조사해 보자.

검색 흑점과 지구

태양의 대기는 희박한 가스층으로서, 광구보다 밝지 않기 때문에 평소에는 잘 볼 수 없지만, 개기 일식 때 광구가 가려지면 볼 수 있다.

광구 위쪽으로 10,000 km 정도 두께의 붉게 보이는 대기층을 **채층**이라고 한다. 채층 위로 수십만 km 높이까지 고리나 불기둥 모양으로 솟구쳐 오르는 현상이 나타나기도 하는데, 이러한 현상을 **홍염**이라고 한다. 또 흑점 주변에서는 가끔 폭발 현상으로 막대한 에너지가 방출되는 현상인 **플레어**가 나타나기도 한다.

코로나는 태양 표면 위로 수백만 km까지 뻗어 있는 태양의 최상층 대기로서, 진주색으로 보이며, 온도는 100만 ℃ 이상으로 매우 높다.



그림 Ⅲ-34 태양의 대기

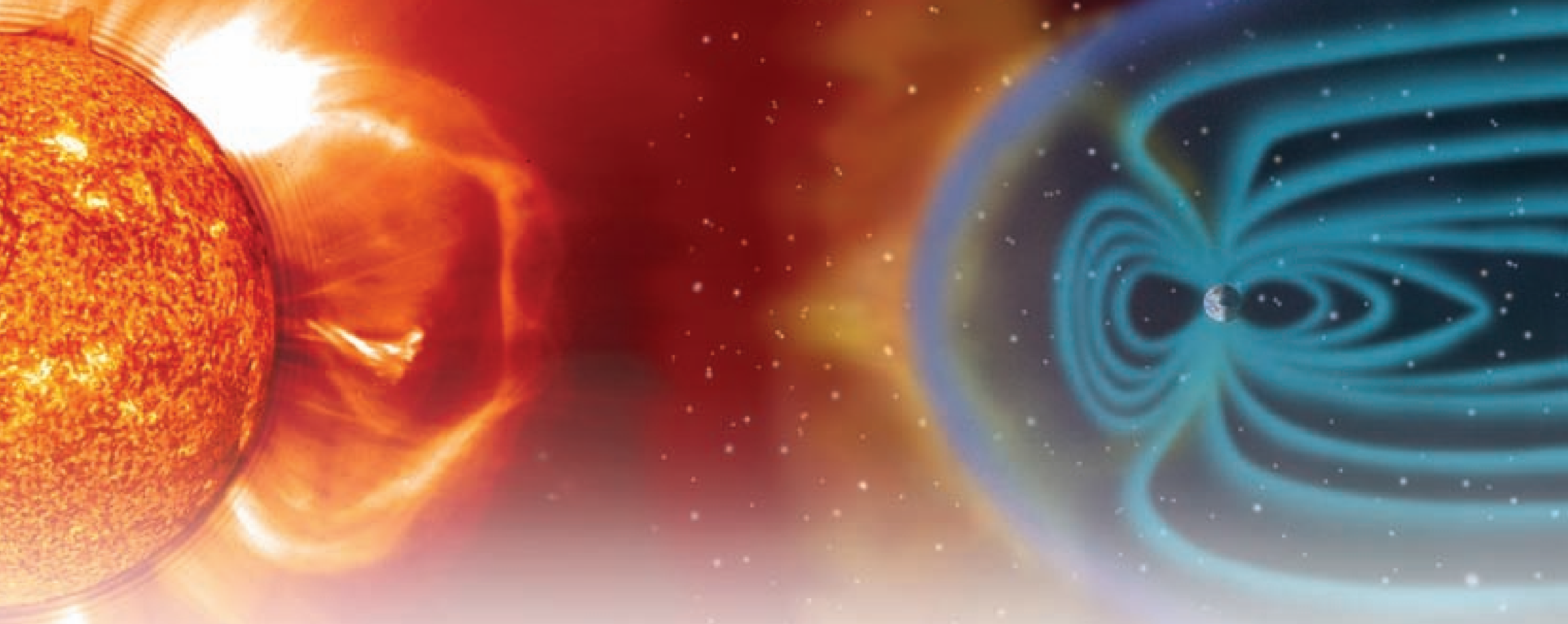


그림 Ⅲ-35 태양풍

태양 활동의 영향

우리 눈에 보이는 태양은 매우 평온한 모습으로 보인다. 그러나 망원경이나 지구 밖의 탐사선에서 태양을 관측해 보면 태양은 매우 격렬한 활동을 하고 있다. 태양의 활동은 지구에 어떤 영향을 미칠까?

태양의 흑점 수가 많을 때에는 태양의 활동이 활발해지고 홍염이나 플레어가 많이 발생한다. 이 시기에는 전기를 띤 입자들이 태양에서 많이 방출되는데, 이것을 **태양풍**이라고 한다. 태양풍이 강해지면 지구도 많은 영향을 받는다.

태양으로부터 지구에 도달하는 입자가 많아지면 지구 대기의 상층에 있는 전리층을 교란시켜 전파 통신에 장애를 일으키는 **델린저 현상**이 발생한다. 또 인공위성의 전자 장비에 영향을 주어 장애를 일으키기도 하고, 극지방에서는 오로라 현상이 자주 나타난다. **오로라**는 태양에서 온 전기를 띤 입자가 지구 대기와 부딪히면서 빛을 내는 현상이다.

전리층
햇빛에 의해 공기 분자가 이온화되어 자유 전자와 이온이 밀집된 지역으로서, 전파를 흡수하거나 반사해 무선 통신을 할 수 있게 한다.

자기 주도 학습

개념 확인하기	문제 응용하기	과학과 기술, 사회 연관 짓기
태양의 광구에서 볼 수 있는 것은 무엇인가?	태양의 쌀알무늬가 쌀알을 흩뿌려 놓은 것처럼 보이는 이유를 설명해 보자.	가까운 미래에 태양 활동이 매우 활발해지는 시기를 조사해 보고, 활발한 태양 활동이 지구에 미치는 영향에 대비하는 방안을 찾아보자.

지구의 보호막, 지구 자기권



지구는 매우 커다란 자석이라고 볼 수 있다. 막대 자석에 철가루를 뿌리면 자석의 한쪽 끝에서 다른 쪽 끝으로 뻗어 나가는 자기력선을 확인할 수 있는데, 지구 역시 그와 비슷한 모양의 자기력선을 만든다. 이와 같이 지구 주변에 자기력선이 형성된 공간을 지구 자기권이라고 한다.

태양과 지구는 태양으로부터 오는 대전된 입자들의 흐름에 의해 연결되어 있다. 태양풍이라고 불리는 이 흐름은 약 450 km/s의 속도로 입자와 자기장을 운반한다. 태양풍은 태양 활동의 영향을 받는데, 태양의 흑점과 관련된 폭발인 플레어는 태양풍의 돌풍을 일으키는 원인으로 알려져 있다.

자기권은 정전기에 의해 대전된 물체들을 밀어내는데, 실제로 지구로 향하는 전기를 띤 입자들은 지구 자기권에 의해 밀려나고 있다. 지구 자기권이 없으면 태양풍은 대기에 닿게 되고, 땅 위의 생명체는 강한 에너지에 직접 노출될 수 있다.

이와 같이 지구 자기권은 지구를 보호하는 역할을 하지만, 태양풍과 지구 자기장 사이에서 일어나는 상호 작용은 우리의 생활에 많은 영향을 미치고 있다. 태양풍이 강하게 몰아치는 동안에 자기 폭풍은 오로라를 만들어 내기도 하고, 라디오와 텔레비전의 전파 장애, 선박과 비행기들의 항해에 문제를 일으키기도 하며, 갑작스러운 정전의 원인이 되기도 한다. 또한 우주 공간에서는 인공위성과 우주선의 고장을 일으키기도 한다.



2 태양계 탐사

≫ 중단원 미리 보기



지구형 행성과 목성형 행성

태양계를 이루는 행성은 물리량에 따라 지구형 행성과 목성형 행성으로 나눌 수 있는데, 그 크기만 봐도 차이를 확인할 수 있다. 눈에 보이는 크기 이외에 지구형 행성과 목성형 행성은 어떤 차이점이 있을까?

하늘에서 매일 뜨고 지는 태양과 달, 그리고 지구를 비롯한 8개의 행성, 이러한 천체들이 모여 있는 태양계는 어떤 모습일까? 또 이들 외에 어떤 천체들이 더 있을까?

지구는 광활한 우주의 극히 일부분에 지나지 않는다. 현재 인류는 망원경이나 탐사선을 이용하여 태양계 내의 천체들에 대한 정보를 얻고 있다. 태양계의 여러 천체들은 어떤 모습일까?



광학 망원경



전파 망원경



우주 망원경

천체 관측

행성은 우리 눈에는 점으로 밖에 보이지 않는다. 그러나 망원경을 통해서 보면 표면의 무늬도 볼 수 있다. 그러면 망원경으로 달을 보면 달의 표면은 어떤 모습으로 보일까?

2-1 태양계의 구성

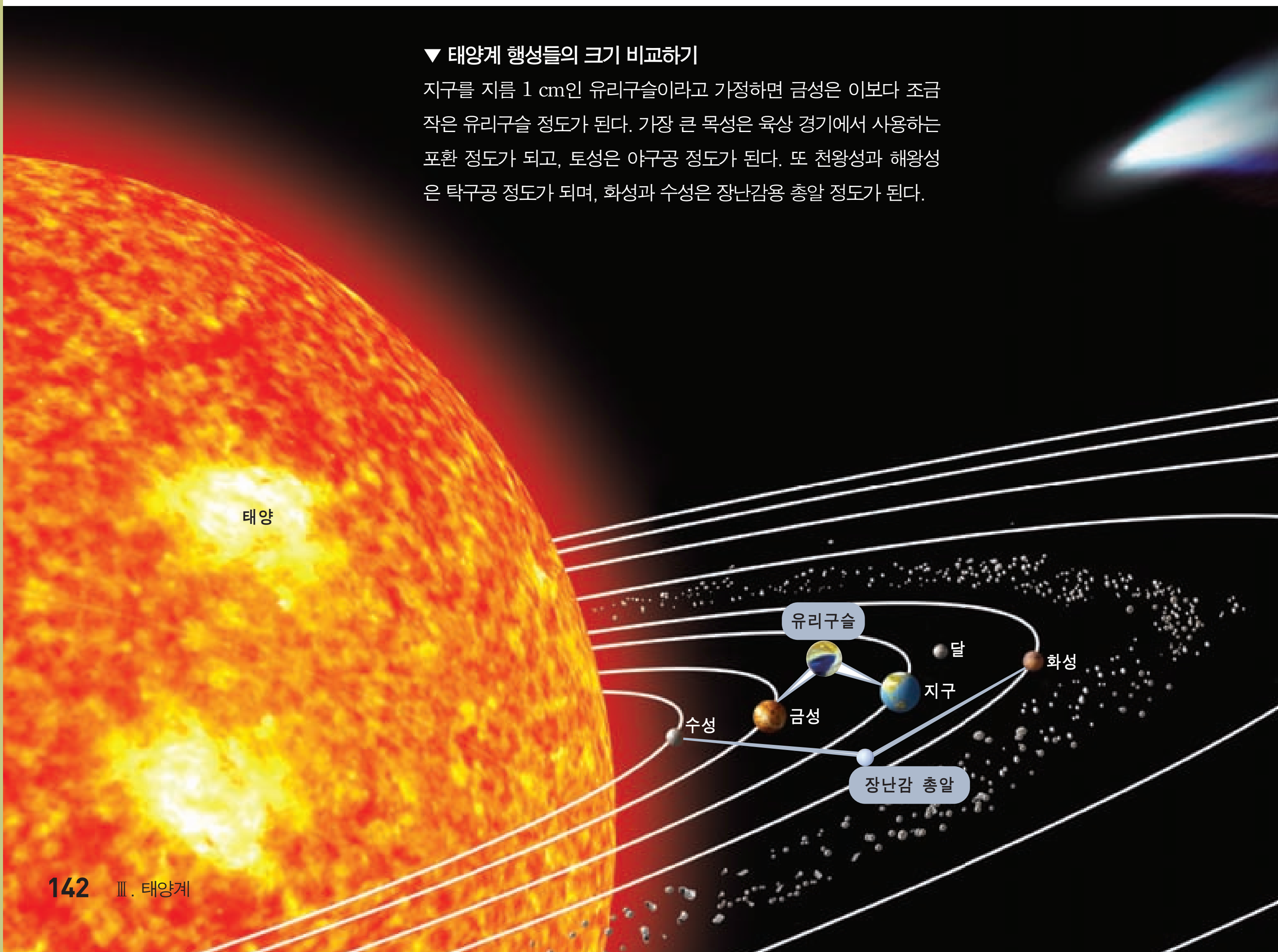
학습 목표

- 태양계를 구성하는 천체와 그 특징을 설명할 수 있다.
- 태양계 행성을 분류하여 그 특징을 설명할 수 있다.

지구는 태양 주위를 공전하는 행성이다. 지구처럼 태양 주위를 도는 행성에는 어떤 것들이 있을까? 또 태양 주위에는 행성 외에 다른 천체는 없을까?

맑은 날 밤하늘에는 수많은 별들이 보석처럼 반짝이는 것을 볼 수 있다. 별은 스스로 빛을 내는 천체로서, 지구 가까이 있는 태양도 별에 속한다. 태양의 둘레에는 지구를 비롯한 8개의 **행성**이 태양을 중심으로 거의 원궤도로 돌고 있다.

그림 Ⅲ-36 태양계의 구성



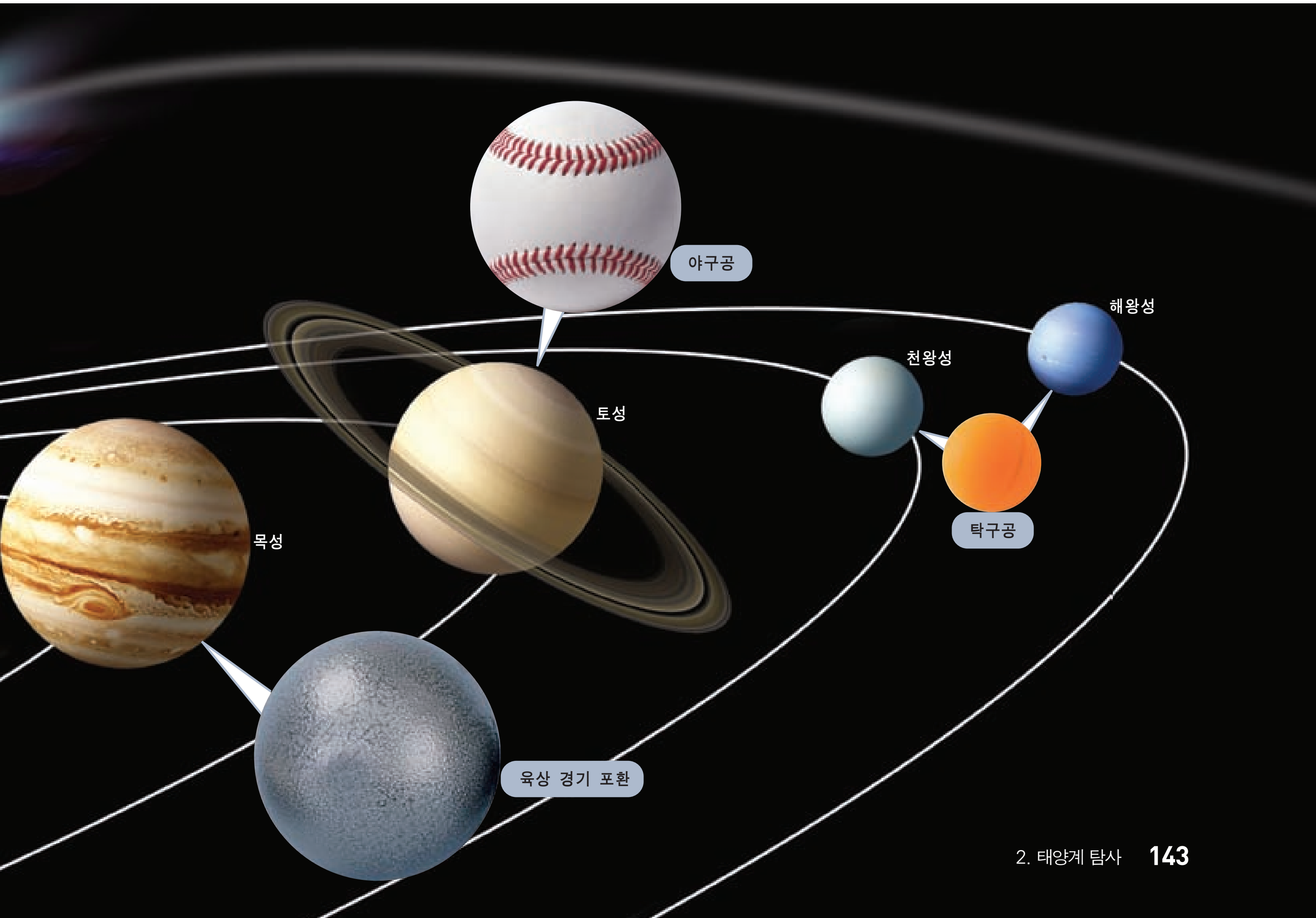
수성과 금성을 제외한 다른 행성에는 지구의 달처럼 행성 둘레를 공전하는 **위성**들이 있다. 갈릴레이는 망원경을 이용하여 목성의 위성 4개를 발견하였는데, 그 후 현재까지 관측된 행성의 위성 수는 150개가 넘는다.

또 화성과 목성 사이에는 수많은 **소행성**이 공전하고 있으며, 태양의 둘레에는 긴 꼬리를 가진 **혜성**이 가끔 나타나기도 한다. 이 밖에도 지구의 대기 속으로 들어와 빛을 내면서 타는 유성 현상을 일으키는 작은 암석 및 먼지인 **유성체**가 있다. 이와 같이 태양을 비롯하여 행성들과 그들의 위성, 그리고 소행성, 유성체, 혜성 등이 모여 하나의 큰 집단을 이루고 있는데, 이것을 **태양계**라고 한다.

태양 주위를 공전하는 8개의 행성들은 물리량에 따라 **지구형 행성**과 **목성형 행성**으로 나눌 수 있다.

갈릴레이 위성
갈릴레이는 1609년에 인류 최초로 망원경을 이용하여 목성, 금성, 달 등의 천체를 관측하였으며, 목성 주위를 도는 4개의 위성(이오, 유로파, 가니메데, 칼리스토)을 발견하였다.

잠깐 체크 태양 둘레를 도는 행성들은 별처럼 스스로 빛을 내지 못한다. 이들은 어떻게 우리 눈에 보일 수 있을까?



지구형 행성

태양과 가까운 거리에 있는 수성, 금성, 지구, 화성을 **지구형 행성**이라고 한다. 이들은 크기와 질량이 작으며, 주로 암석으로 이루어져 있어 밀도가 크다. 또 표면 온도가 비교적 높다.

수성은 태양에서 가장 가까운 행성으로서, 태양계의 행성 중 크기가 가장 작다. 대기와 물이 없어서 풍화 작용이 일어나지 않고 밤낮의 온도 차이가 매우 크다. 수성의 표면에는 수많은 운석 구덩이가 있어 달과 매우 비슷한 모습을 띠고 있다.

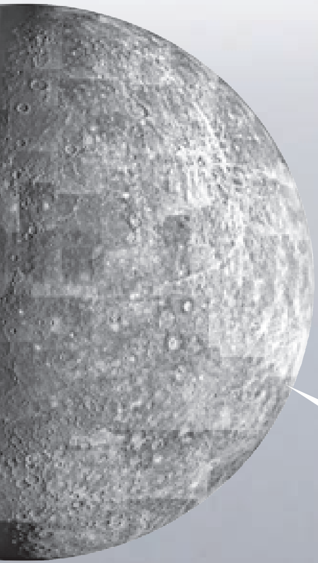


그림 Ⅲ-37 수성



그림 Ⅲ-38 수성의 표면

금성은 지구에서 가장 가까운 행성으로서, 하늘에서 볼 수 있는 천체 중 태양과 달 다음으로 밝으며, 크기와 질량이 지구와 거의 비슷하다. 그러나 대기는 짙은 이산화 탄소 대기로 둘러싸여 있어 표면의 대기압이 약 95기압이나 되고, 표면 온도는 약 470℃이다. 또 탐사선이 금성의 표면을 관측한 결과 높은 산과 계곡, 화산 등이 있다는 것이 밝혀졌다.

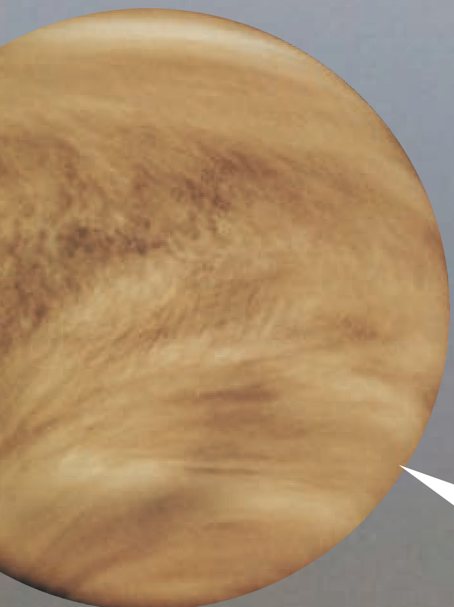


그림 Ⅲ-39 금성

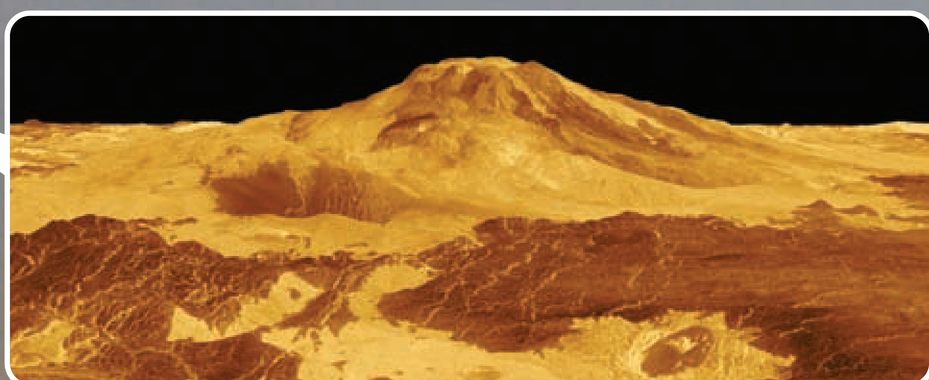


그림 Ⅲ-40 금성의 표면

지구는 우리가 살고 있는 행성으로서, 지금까지 생명체가 발견된 유일한 천체이다. 지구에는 액체 상태의 물이 있으며, 적당한 양의 대기가 있어서 온도를 비교적 일정하게 유지해 준다. 대기는 질소와 산소가 주성분이며, 이러한 조건들은 생물이 살아갈 수 있는 적당한 환경을 제공하고 있다.

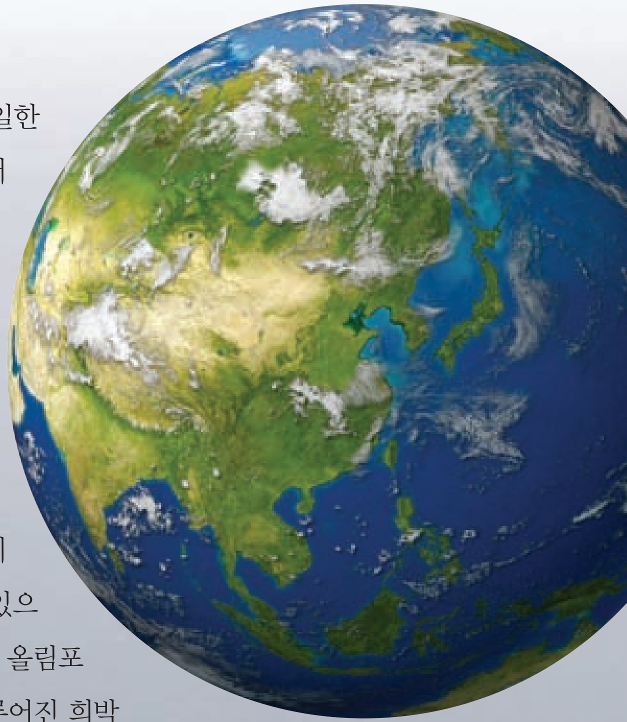


그림 Ⅲ-41 지구

화성의 표면은 붉은색의 사막과 같은 모습을 하고 있다. 화성의 양극에는 얼음과 드라이아이스로 된 **극관**이 있는데, 여름에는 작아지고 겨울에는 커진다. 화성의 표면에는 과거에 물이 흘렀던 것으로 추정되는 큰 계곡이 있으며, 태양계의 행성에 있는 화산 중 가장 큰 올림포스 화산이 있다. 화성은 이산화 탄소로 이루어진 희박한 대기를 가지고 있으며, 두 개의 작은 위성도 거느리고 있다.

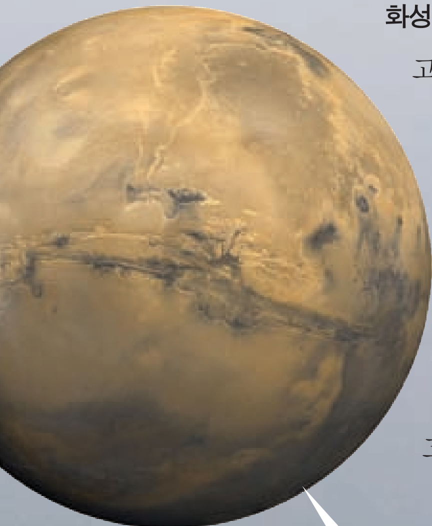


그림 Ⅲ-42 화성

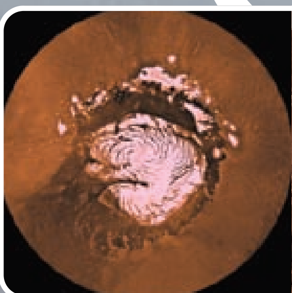


그림 Ⅲ-43 극관



그림 Ⅲ-44 표면

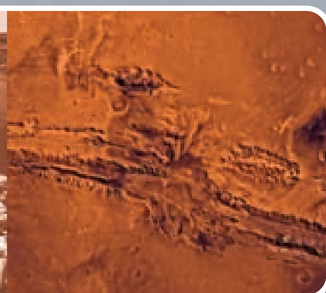


그림 Ⅲ-45 계곡

표 Ⅲ-1 지구형 행성의 특징

행성	태양으로부터의 거리 (지구=1)	반지름 (지구=1)	질량 (지구=1)	공전 주기 (년)	자전 주기 (일)	평균 밀도 (g/cm³)	고리
수성	0.4	0.38	0.05	0.24	59	5.43	없다
금성	0.7	0.94	0.82	0.62	243	5.24	없다
지구	1.0	1.00	1.00	1.00	1	5.52	없다
화성	1.5	0.53	0.11	1.88	1.03	3.94	없다

〈자료 출처: 국제 천문 연맹(IAU)〉

목성형 행성

목성, 토성, 천왕성, 해왕성을 **목성형 행성**이라고 한다. 이들은 크기와 질량이 크며, 수소나 헬륨과 같은 가벼운 물질로 이루어져 있어 밀도가 작다. 목성형 행성들은 고리를 가지고 있으며, 태양에서 멀리 떨어져 있어 표면 온도가 낮다.

목성은 태양계 행성 중 크기와 질량이 가장 큰데, 목성 이외의 다른 행성의 질량을 모두 합한 것보다도 크다. 목성은 주로 수소와 헬륨으로 구성되어 있으며, 표면에는 빠른 자전과 대기의 대류로 생긴 가로줄 무늬와 붉은색의 커다란 점(대적반)이 있다. 목성은 여러 개의 위성을 가지고 있으며, 그중 갈릴레이가 1609년에 자신이 발명한 망원경을 이용하여 관측한 이오, 유로파, 가니메데, 칼리스토를 **갈릴레이 위성**이라고 한다. 이오에서는 화산 활동이 관측되었다.



그림 Ⅲ-46 목성의 대적반과 대기의 소용돌이

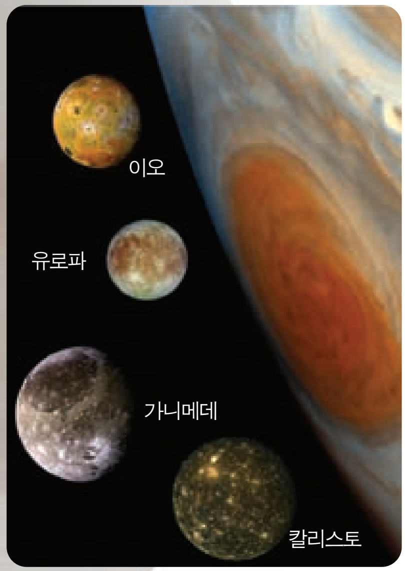


그림 Ⅲ-47 목성과 갈릴레이 위성

토성은 얼음과 암석 조각으로 이루어진 고리를 가지고 있으며, 밀도는 약 0.7 g/cm^{3}로 물의 밀도보다 작은 것이 특징이다. 토성 역시 목성과 마찬가지로 주로 수소와 헬륨으로 이루어져 있으며, 표면에 가로줄 무늬가 있다. 토성의 위성인 타이탄은 위성 중 유일하게 대기를 가지고 있다.

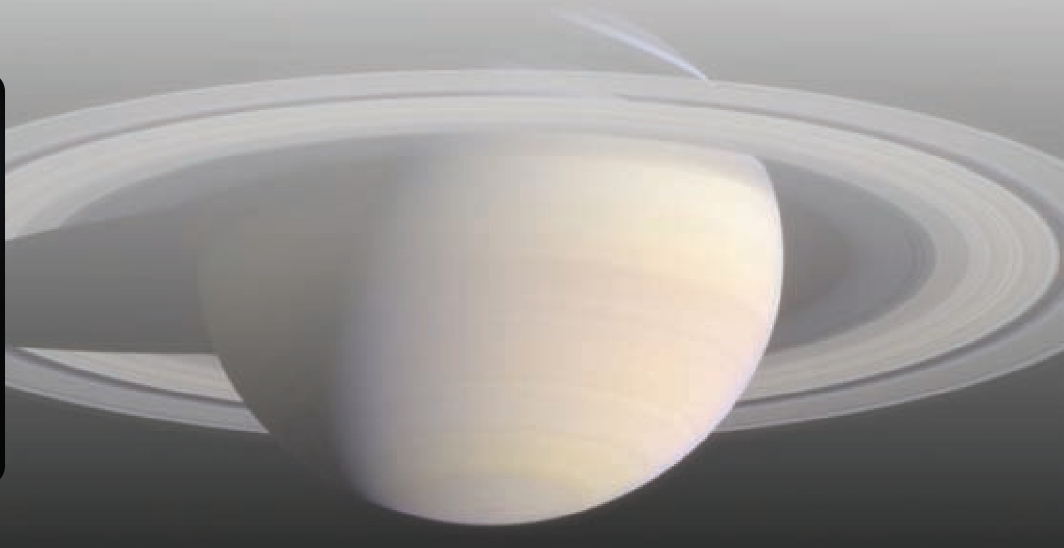
그림 Ⅲ-48 토성 탐사선 카시니-하위헌스호



그림 Ⅲ-49 대기층이 존재하는 타이탄



그림 Ⅲ-50 토성



천왕성과 해왕성은 지구에서 너무 멀리 떨어져 있어 맨눈으로는 보이지 않아 망원경을 이용해야만 관측할 수 있다.

천왕성은 대기 중에 포함된 메테인 성분이 태양 빛의 적색 부분을 흡수하여 청록색으로 보이고, 가로줄 무늬와 고리를 가지고 있다. 특이한 점은 자전축이 공전 궤도면과 거의 나란하여 마치 공이 굴러가듯 공전하고 있다는 것이다.



그림 Ⅲ-51 천왕성

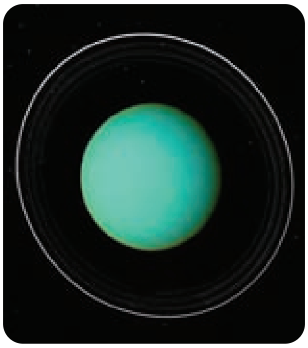


그림 Ⅲ-52 천왕성의 고리

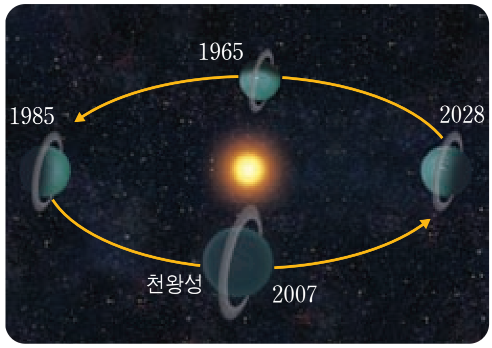


그림 Ⅲ-53 천왕성의 자전축 기울기와 공전 궤도

해왕성은 파란색으로 보이고 희미한 고리가 있다. 그리고 가로줄 무늬와 검은색의 커다란 점(대흑반)이 있는데, 이것은 목성의 경우와 마찬가지로 대기의 대류 현상으로 생겨난 소용돌이이다.

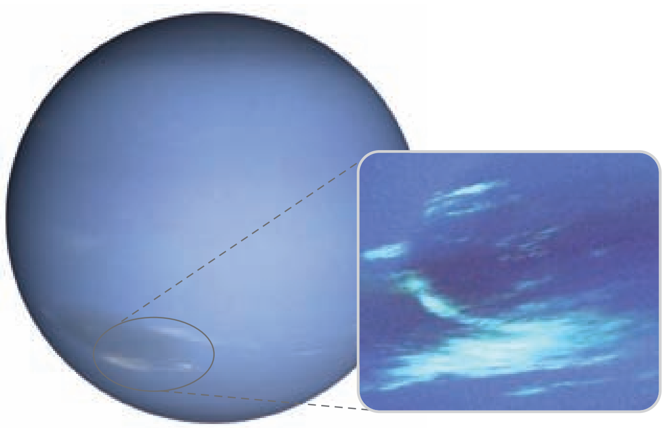


그림 Ⅲ-54 해왕성

그림 Ⅲ-55 해왕성의 대흑반

표 Ⅲ-2 목성형 행성의 특징

행성	태양으로부터의 거리 (지구=1)	반지름 (지구=1)	질량 (지구=1)	공전 주기 (년)	자전 주기 (시간)	평균 밀도 (g/cm^3)	고리
목성	5.2	11.21	317.8	11.86	9.9	1.33	있다
토성	9.5	9.45	95.16	29.49	10.7	0.70	있다
천왕성	19.5	4.01	14.54	84.02	17.2	1.27	있다
해왕성	30.1	3.88	17.15	164.77	16.1	1.64	있다

〈자료 출처: 국제 천문 연맹(IAU)〉

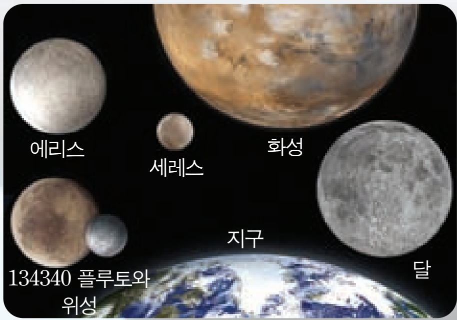


그림 Ⅲ-56 지구, 달 및 화성의 크기와 왜소 행성의 비교

왜소 행성, 소행성, 혜성, 유성체

행성과 위성 외에 태양계를 구성하고 있는 천체로는 왜소 행성, 소행성, 혜성, 유성체 등이 있다.

이전에 행성으로 분류되었던 명왕성(134340 플루토)은 2006년 국제 천문 연맹에 의해 소행성이었던 세레스, 명왕성 근처에서 발견된 에리스와 함께 **왜소 행성**으로 분류되었다. 왜소 행성은 둥근 모양을 만들 수 있을 정도의 중력은 있으나, 행성에 비해 작은 천체들이다.


그림 Ⅲ-57 소행성

소행성은 주로 화성과 목성 사이에서 태양의 둘레를 돌고 있는 작은 천체들을 말하며, 모양이 불규칙한 것이 특징이다. 일반적으로 지름은 수 km에서 수백 km로 다양하다.


그림 Ⅲ-58 혜성

혜성은 얼음과 먼지로 된 작은 천체로서, 태양에 가까이 왔을 때 긴 꼬리가 생기면서 밝게 빛나는 천체이다. 꼬리는 태양의 반대쪽으로 만들어지며, 태양에 가까이 올수록 길어진다. 혜성은 행성과는 달리 긴 타원 궤도나 포물선 궤도를 그리며 태양 주위를 공전한다.


그림 Ⅲ-59 유성

유성체는 태양계 내에서 떠돌아다니는 작은 암석 조각이나 먼지 등을 말한다. **유성**은 유성체가 지구로 떨어지면서 대기와의 마찰로 타면서 밝게 빛나는 천체인데, 유성이 다 타지 못하고 지표에 떨어진 것을 **운석**이라고 한다.

잠깐 체크 태양계를 구성하는 천체에는 어떤 것들이 있는가?

보충·심화

금성의 다른 이름

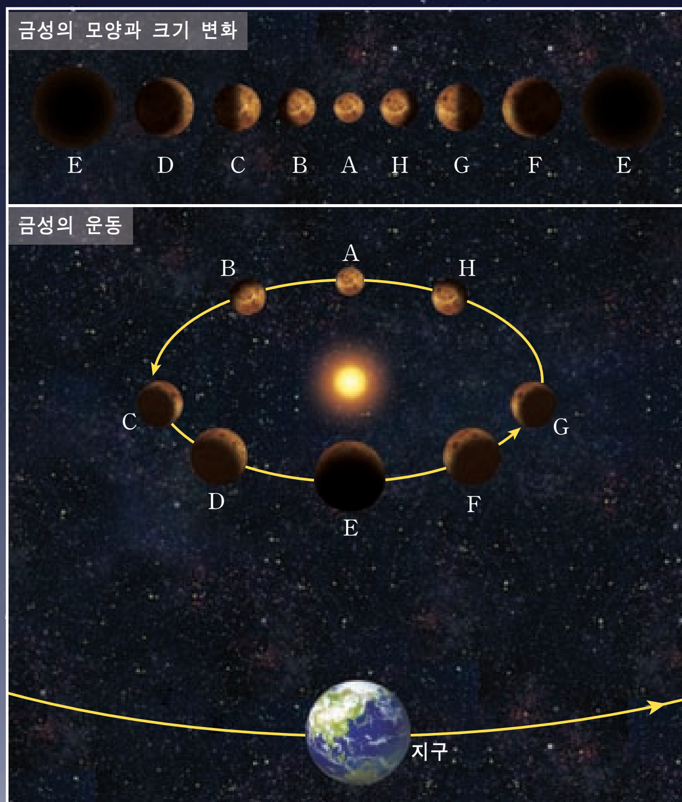
태양의 둘레를 도는 8개의 행성 중 지구보다 안쪽 궤도에서 태양 둘레를 공전하는 수성과 금성을 **내행성**이라고 하며, 지구보다 바깥쪽 궤도에서 공전하는 화성, 목성, 토성, 천왕성, 해왕성을 **외행성**이라고 한다.

행성들은 스스로 빛을 내지 못하지만, 햇빛을 받아 반사하므로 지구 가까이에 있는 행성들은 다른 별들보다 밝게 보인다.

금성은 행성들 중 가장 밝게 보이는데, 우리 조상들은 새벽에 보이는 금성을 동쪽에서 뜬다고 해서 '샛별' 또는 아침을 알려 준다고 해서 '계명성' 이라고 불렀다. 또 초저녁 서쪽 하늘에서 금성이 보일 무렵 배고픈 개가 '밥이나 얻어먹어 볼까' 하는 듯이 바라본다고 해서 '개밥바라기' 라고도 불렀다.

새벽이나 초저녁에 보이는 금성은 이름이 있는데 한밤중에 보이는 금성은 이름이 없는 것은 금성이 내행성이어서 한밤중에는 볼 수 없기 때문이다.

금성은 지구에 가까이 올수록 크게 보이며, 공전 궤도에서의 위치에 따라 달과 같이 모양도 변한다.



위치에 따른 금성의 모양과 크기 변화

오늘은 금성을 새벽녘이나 저녁 무렵 중 어느 때 관측할 수 있는지 조사해 보자.

탐구 활동 행성 탐사 계획 세우기

탐구

다음은 인류가 우주 개발에 도전한 역사를 간단히 나타낸 것이다.



1957년 러시아(구 소련)에서 최초의 인공위성이 발사된 이후 오늘날까지 수많은 인공위성이 발사되어 지구 둘레를 돌고 있다. 이러한 인공위성은 통신, 기상, 군사, 우주 탐사 등 여러 가지 목적으로 이용되고 있다.

그 후에도 우주 개발을 위한 노력의 결과로 태양계 탐사를 위한 우주 탐사선이 개발되어 1969년에는 인간이 최초로 달에 첫발을 내딛었으며, 금성이나 화성에 무인 탐사선을 착륙시키기도 하였다.

오늘날에는 인공위성을 우주 공간으로 보내기 위한 우주 왕복선이 개발되었으며, 지구 주위에는 우주 정거장도 건설되었다. 우주 정거장에서는 사람이 장기간 머물면서 천체 관측이나 여러 가지 실험을 하고 있으며, 앞으로 달이나 다른 행성으로 가기 위한 중간 기지로도 이용할 예정이다.

우주를 탐사하고 개발하는 데에는 많은 비용이 든다. 그러나 이 과정에서 얻어진 과학 기술은 첨단 산업 발전 및 인류가 직면한 자원 고갈 문제, 환경오염 문제 등의 해결에 큰 도움이 된다. 그리고 인류의 오랜 숙제인 우주와 생명의 기원에 대한 정보를 제공할 것이다.

목·표

행성 탐사 계획을 세워 보고, 탐사에 필요한 자료를 제시할 수 있다.

과정과 결과 창의 · 인성

모둠을 구성하여 행성을 하나 선택한 후, 행성을 탐사하는 계획을 세워 보자.

❶ 선택한 행성을 탐사했던 과거의 기록을 찾아 정리해 보자.

❷ 탐사하고자 하는 행성에 가서 무엇을 탐사할 것인지 목표를 설정해 보자.

❸ 탐사 방법과 탐사에 필요한 기간, 그리고 이를 위해 어떤 탐사 장비를 이용할 것인지 등을 이야기해 보자.

❹ 탐사 계획을 보고서로 만들어 발표하고, 다른 모둠의 탐사 계획과 비교해 보자.

자기 주도 학습

개념 확인하기

지구로부터 가장 가까운 거리에 있는 별(항성)은 무엇인가?

문제 응용하기

왜소 행성과 소행성의 모양에는 어떤 차이점이 있는가?

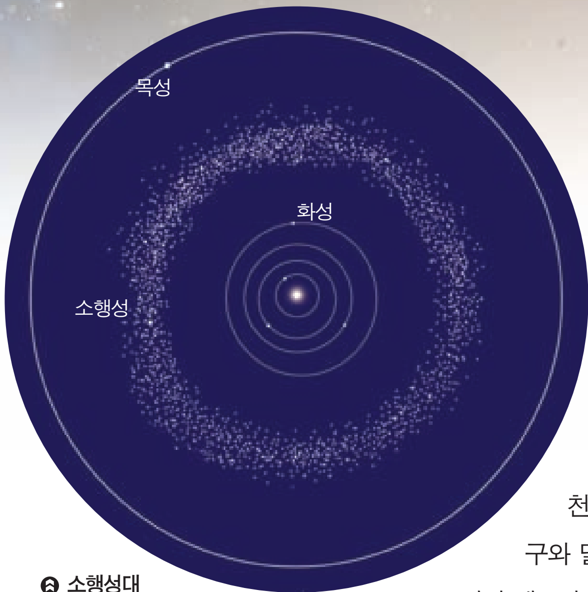
과학과 기술, 사회 연관 짓기

운석의 연구를 통해 우리가 얻을 수 있는 것은 무엇인지 조사해 보자.



STEAM 융합

인류의 소행성 탐사



소행성대

소행성은 태양 둘레를 돌고 있는 작은 천체들로서, 대부분 화성과 목성 사이에 분포한다.

1801년 이탈리아의 피아치가 당시에 가장 큰 소행성인 세레스를 발견한 이후 태양으로부터 2.2～3.3 AU 떨어진 곳에서 수많은 소행성들이 발견되었다. 그래서 이 지역을 소행성대라고 한다.

소행성이나 혜성과 같은 작은 천체들의 특징과 그 기원에 대한 답을 찾는 것은 매우 중요한 일이다. 왜냐하면 태양계의 천체들이 모두 같은 시기에 생성된 것이라면, 소행성으로부터 지구와 달의 기원이나 태양계의 생성 초기 모습에 대한 해답을 얻을 수 있기 때문이다.

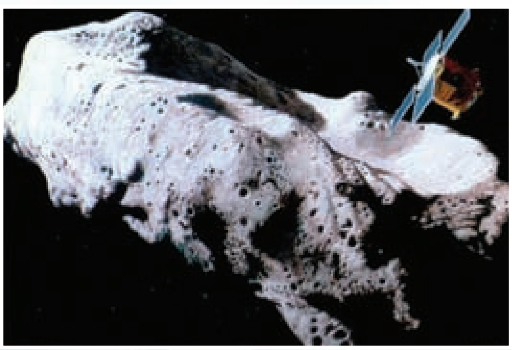
코마
혜성의 핵을 둘러싼 먼지와 가스

AU(천문 단위)
태양계 천체들 간의 거리를 나타낼 때 주로 사용하는 단위로서, 태양과 지구 사이의 거리인 1억 5천만 km를 1 AU라고 한다.

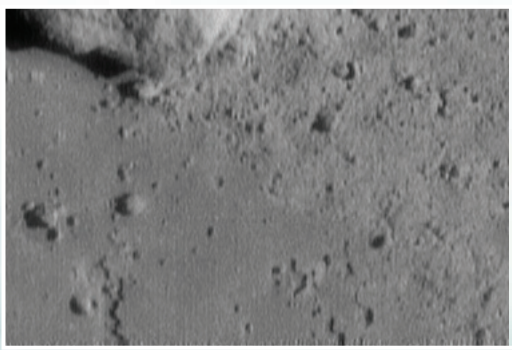
니어 슈메이커(NEAR Shoemaker)는 소행성 에로스를 탐사하기 위하여 발사되었다. 1996년에 발사된 이 탐사선은 2000년 에로스에 접근하여 많은 사진을 보내왔으며, 2001년에는 표면에 착륙하여 임무를 완수하였다.

2003년 일본에서 발사된 하야부사호는 소행성 이토가와의 샘플을 채취하기 위해 쏘아 올린 소행성 탐사선이다. 하야부사는 2005년 이토가와의 표면에 착륙하여 샘플 채집에 성공하였으며, 7년 후인 2010년 지구로 귀환하였다.

그리고 2007년에는 미국 항공 우주국(NASA)에서 여명이라는 의미를 가진 우주 탐사선 도온(Dawn)호를 발사하였는데, 도온호는 태양계 탄생 당시의 상태를 그대로 유지하고 있는 소행성 베스타와 왜소 행성 세레스의 탐사가 목적이다.



소행성 에로스에 접근하는 NEAR(상상도)



NEAR가 촬영한 소행성 에로스의 표면

2-2 천체의 관측

우리 조상들은 옛날부터 천체 관측을 중요하게 생각하여 신라 시대에는 첨성대를 건설하였고, 조선 시대에는 관상감과 같은 천문 관측 기관을 두어 많은 관측 자료를 남겼다. 최근에는 어떻게 천체를 관측할까?



조선 시대의 관천대

학습 목표

- 맨눈 및 천체 망원경을 이용하여 천체를 관측할 수 있다.
- 관측을 통해 천체의 특징을 설명할 수 있다.

우리는 맨눈으로도 천체를 볼 수 있지만, 망원경을 이용하면 더 많은 천체를 뚜렷하게 볼 수 있다. 망원경을 이용하여 천체를 처음 관측한 사람은 갈릴레이이다. 1609년 그는 자신이 만든 망원경으로 태양의 흑점과 금성의 모양 변화를 관측하였으며, 목성의 위성도 발견하였다. 갈릴레이가 망원경으로 천체를 관측하기 시작한 이후 망원경에 관한 기술은 계속 발전하여 왔다.

그림 Ⅲ-60 천체 망원경



갈릴레이의 굴절 망원경



뉴턴의 반사 망원경



미래의 30 m 망원경(예상도)



망원경의 구조와 원리

물체에서 나오는 빛이 너무 약하면 사람의 눈으로 모을 수 있는 빛의 양이 적기 때문에 눈으로 감지하기 어렵다. 따라서 어두운 물체를 보기 위해서는 물체에서 나오는 빛을 더 많이 모아야 한다.

망원경은 사람의 눈보다 많은 양의 빛을 모아서 멀리 있는 물체를 확대하여 볼 수 있는 기구이다. 망원경은 크게 경통, 가대, 삼각대의 세 부분으로 이루어져 있으며, 빛을 모으는 방식에 따라 **굴절 망원경**과 **반사 망원경**으로 구분한다.

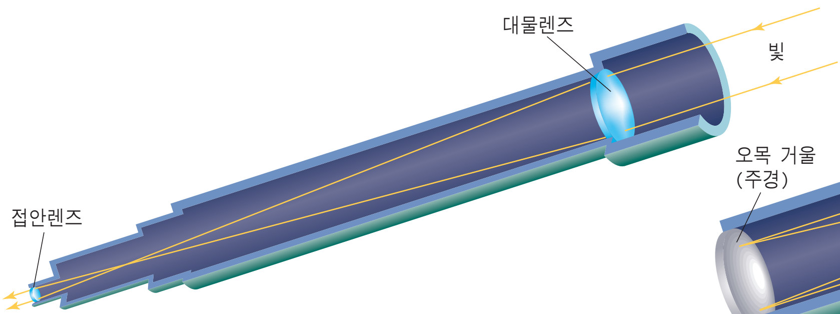


그림 Ⅲ-61 굴절 망원경의 구조

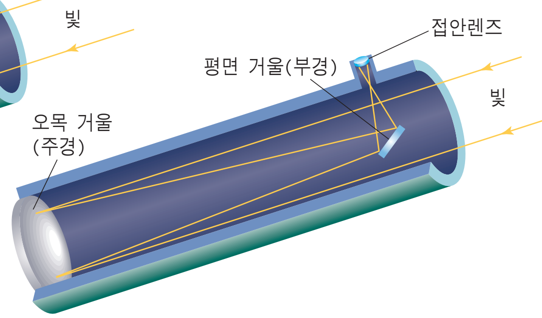


그림 Ⅲ-62 반사 망원경의 구조

굴절 망원경은 볼록 렌즈로 빛을 모으고, 반사 망원경은 오목 거울로 빛을 모은다. 대물렌즈인 볼록 렌즈나 오목 거울의 크기는 망원경의 성능을 결정하는 가장 중요한 요소이다.

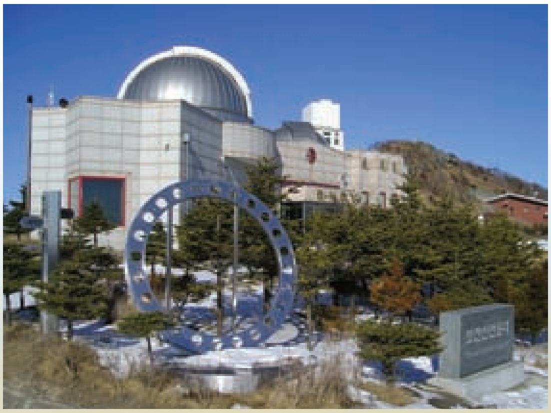
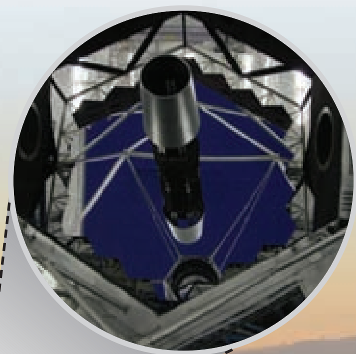


그림 Ⅲ-63 보현산천문대

규모가 큰 광학 망원경 중 두 개의 망원경으로 구성된 하와이에 있는 켁(Keck) 천문대의 망원경은 주경의 지름이 각각 약 10 m에 이른다.

우리나라에서 가장 큰 광학 망원경은 보현산천문대에 있는 망원경으로서, 주경의 지름이 약 1.8 m이다.

그림 Ⅲ-64 켁 망원경





망원경의 구조와

▶ 망원경은 불빛이 없고 시야가 넓은 장소를 선택한 후 다음과 같은 순서로 설치하여 사용한다.



❶ 가대를 삼각대 위에 설치한다.



❷ 균형추를 연결한 다음 경통을 가대에 고정시킨다.



❸ 경통 앞뒤의 균형, 경통과 균형추의 균형을 잡는다.



⊗ 굴절 망원경

설치 및 사용 방법





❷ **반사 망원경**



❹ 주 망원경의 시야 중심에 있는 물체가 파인더의 십자선 중앙에 오도록 조절한다.



❺ 적도의식 가대의 경우 극축이 천구의 북극을 향하도록 조정한다.



❻ 파인더로 관측하려는 천체를 찾은 후 주 망원경의 접안렌즈로 천체가 잘 보이도록 초점을 맞추고 관측한다.

배율을 바꿀 때
망원경의 배율을 달리하여 관측하고 싶으면 초점 거리가 다른 접안렌즈를 바꾸면 된다.



천체의 관측

달은 지구의 유일한 위성으로서, 별이나 태양 그리고 행성들보다 지구에 아주 가까이 있어 맨눈으로도 표면의 모습을 어느 정도 볼 수 있다. 옛날 사람들은 달 표면의 밝고 어두운 모습을 보고 계수나무와 토끼 이야기를 만들어 내기도 하였다.

망원경으로 보는 달 표면은 맨눈으로 보는 것과 어떻게 다를까?

탐구 활동 달의 표면 관측 관측

목·표

망원경으로 달을 관측하여 표면의 특징을 설명할 수 있다.

준·비·물

망원경, 손전등, 월면도, 스케치 판, 연필

유·의·점

1. 그림자가 잘 생기는 초승달이나 반달일 때 관측하는 것이 좋다.
2. 망원경에 문글라스를 끼워 관찰하면 눈부심을 막을 수 있다.
3. 망원경으로 달을 보면 거꾸로 보이므로 유의한다.

과정

❶ 관측하는 날의 달의 모양, 달이 뜨고 지는 시각 등을 인터넷에서 미리 조사한다.
❷ 달을 망원경으로 관측하면서 표면의 모습을 스케치한다. 이때 밝은 부분과 어두운 부분, 작은 구덩이 등의 지형을 자세히 그린다.
❸ 스케치한 달 표면의 모습을 월면도와 비교해 본다.



결과 및 해석 창의 · 인성

1 달 표면의 어두운 부분과 밝은 부분 중 지형이 더 울퉁불퉁한 곳은 어디인가?

2 달 표면의 어두운 부분과 밝은 부분 중 둥근 구덩이가 적은 곳은 어디인가?

3 내가 스케치한 달의 표면 모습과 같은 반 친구가 스케치한 것을 비교해 보자.

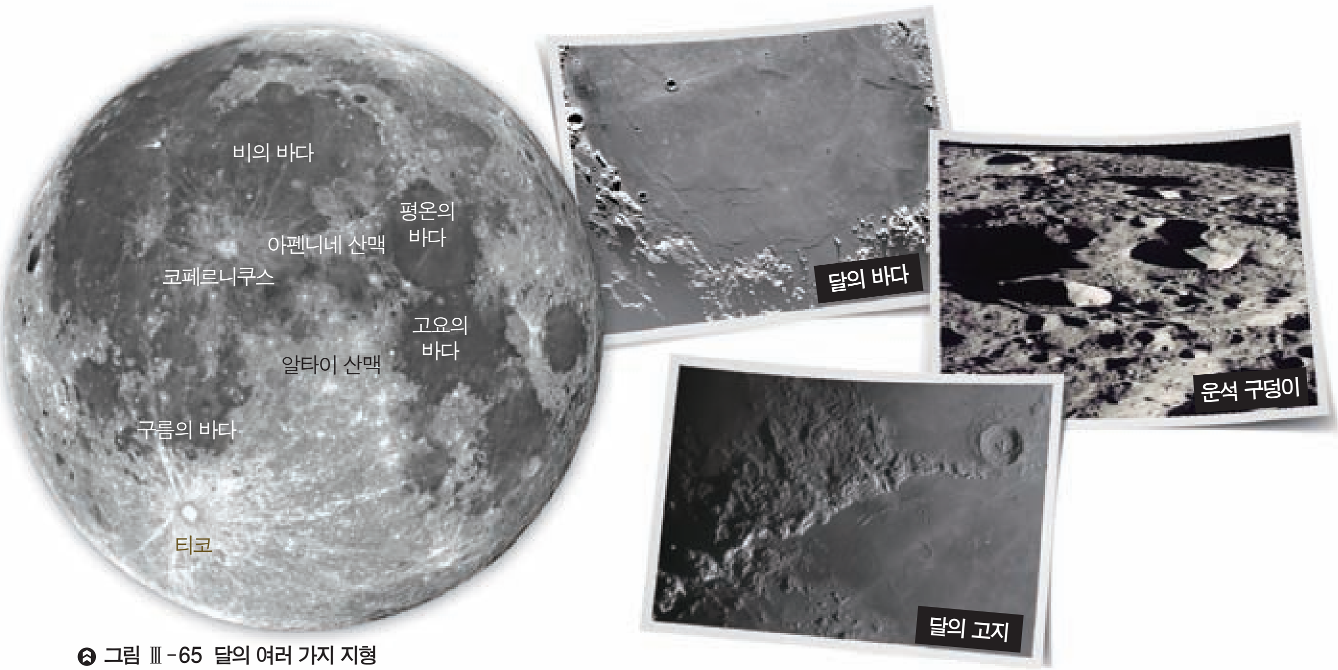


그림 Ⅲ-65 달의 여러 가지 지형

위 그림은 달을 소형 망원경으로 보았을 때의 모습이다. 망원경으로 달을 보면 맨눈으로는 볼 수 없었던 수많은 운석 구덩이를 볼 수 있다.

달의 표면은 밝은 부분과 어두운 부분으로 뚜렷하게 구별된다. 이 중 밝은 부분은 험한 산지로 되어 있어 **고지**라고 한다. 이곳에는 수많은 둥근 구덩이들이 흩어져 있는데, 옛날에는 화산 폭발로 생긴 분화구라고 생각하였다. 그러나 과학자들의 연구 결과 이것들은 대부분 운석의 충돌에 의해 생긴 구덩이임이 밝혀졌다.

어두운 부분은 옛날부터 **바다**라고 부르고 있으나 실제로는 물이 없다. 이곳이 어둡게 보이는 이유는 현무암질 암석으로 되어 있기 때문이다. 달의 바다는 주위의 고지보다 낮고 비교적 편평하며, 운석 구덩이는 별로 없다.

더 자세히

크레이터
달, 위성, 행성의 표면에 있는 크고 작은 구덩이를 말한다. 운석, 화산, 내부 가스의 분출 등 여러 가지 원인에 의하여 만들어지며, 그 크기는 지름이 200 km를 넘는 거대한 것부터 수 m의 작은 것까지 다양하다.

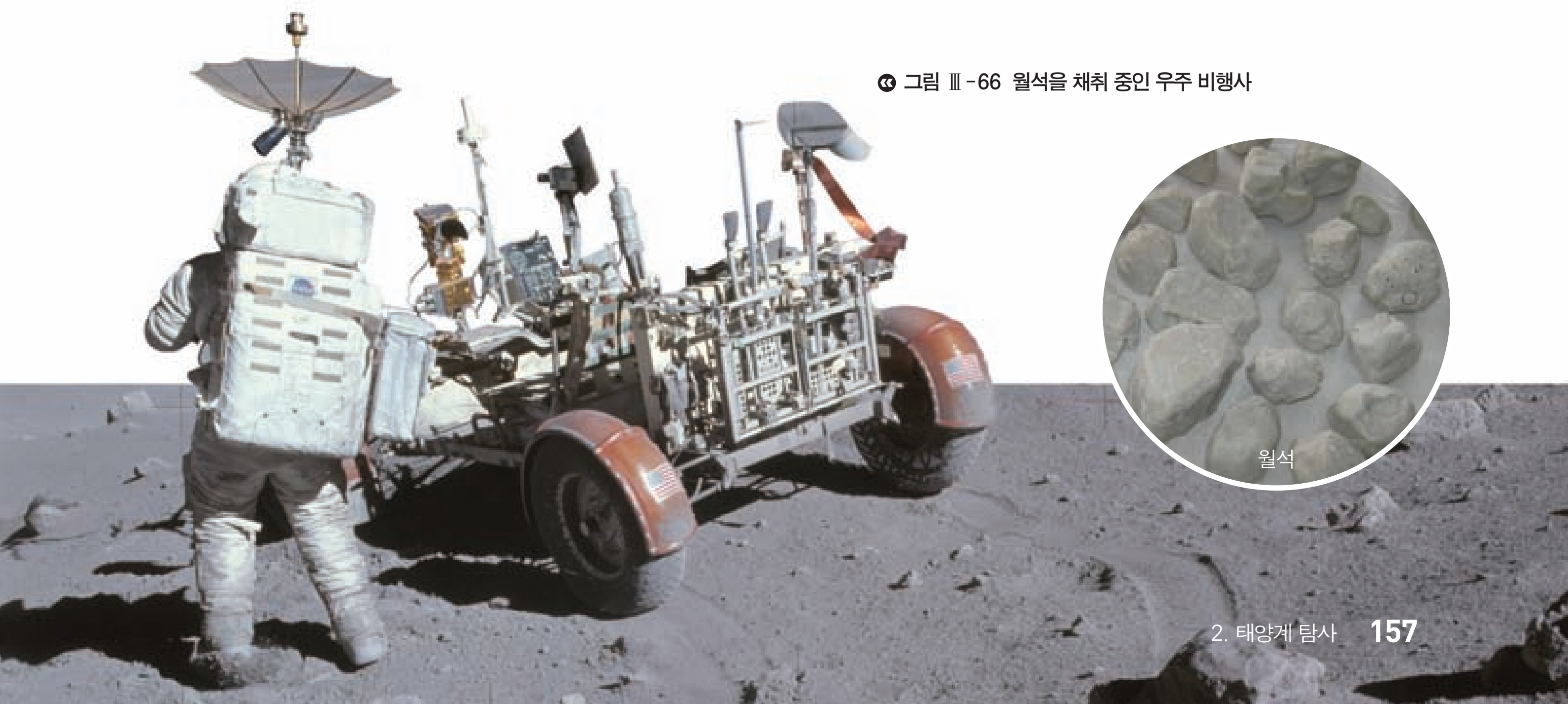


그림 Ⅲ-66 월석을 채취 중인 우주 비행사

한편, 그림 Ⅲ－67과 같이 태양 필터를 부착한 소형 망원경을 이용하면 태양 표면의 검은 흑점을 볼 수 있다. 또한 토성의 경우 맨눈으로는 작은 별처럼 보이지만, 망원경으로 보면 적도를 따라 나타나는 고리를 볼 수 있다. 이와 같이 맨눈으로는 볼 수 없는 천체의 모습을 소형 망원경으로는 비교적 자세히 관측할 수 있다.

갈릴레이가 망원경을 처음 만들어 천체를 관측한 이후 과학자들은 점점 성능이 좋은 망원경을 만들었고, 현재는 구경이 약 10 m에 이르는 망원경까지 등장하여 우주에 있는 천체를 관측하고 있다.

지구의 대기는 별빛을 흡수하거나 흩어지게 하므로 지구 대기의 영향을 적게 받기 위해 높은 산에 천문대를 건설하여 망원경을 설치한다. 또 허블 우주 망원경과 같이 지구 대기의 영향을 전혀 받지 않는 지구 밖의 우주 공간으로 망원경을 띄워 올려 천체를 관측하기도 한다.

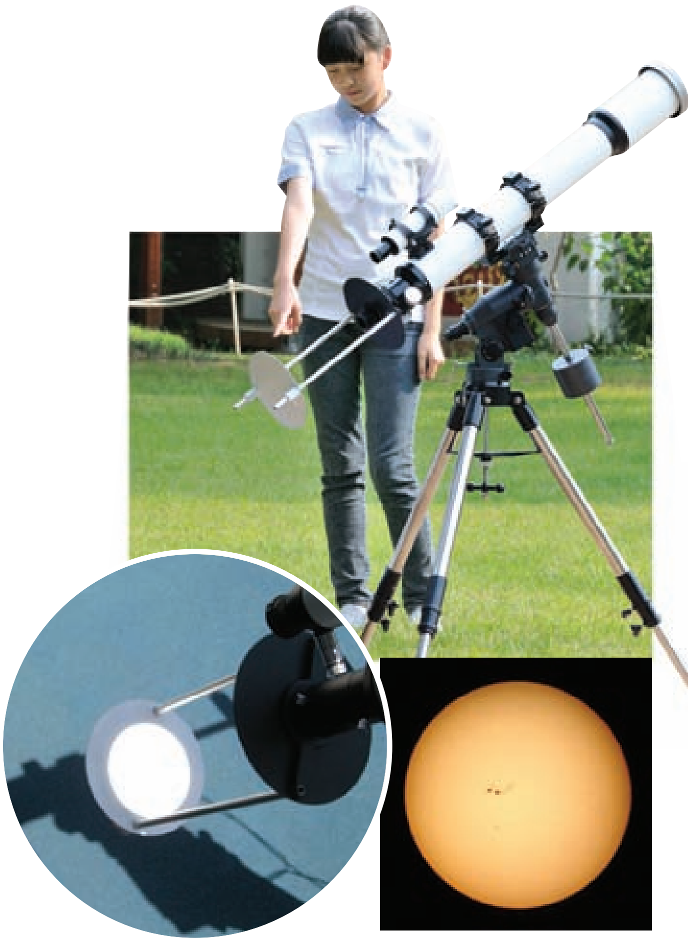


그림 Ⅲ-67 태양 관측

한편, 우주에 있는 천체는 사람의 눈에 보이지 않는 전파를 방출하기도 하는데, 이러한 전파를 관측하는 망원경을 **전파 망원경**이라고 한다. 전파 망원경을 이용하면 밝은 낮에도 천체를 관측할 수 있다.

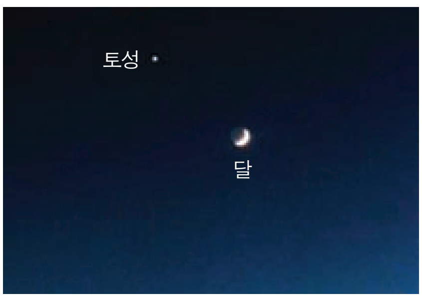


그림 Ⅲ-68 맨눈으로 본 달과 토성



그림 Ⅲ-69 망원경으로 본 토성

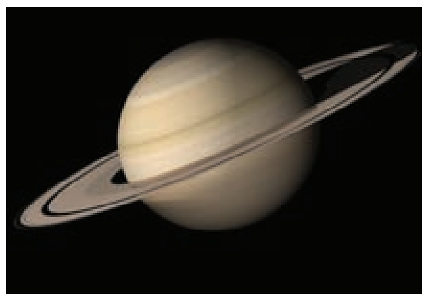


그림 Ⅲ-70 우주 망원경으로 본 토성

자기 주도 학습

개념 확인하기

천체 관측 도구에는 어떤 것들이 있는가?

생활 속 문제 해결하기

망원경을 이용해 멀리 있는 물체의 사진을 확대하여 찍으려면 어떻게 하면 될까?

과학과 기술, 사회 연관 짓기

천체 관측 도구의 발명이 우리에게 준 혜택에는 어떤 것들이 있는지 말해 보자.

체험 활동

우주를 꿈꾸는 사람들 _ 우주 과학자

우주 과학자는 우주 탄생의 비밀을 연구하는 분야에서부터 행성 탐사 분야에 이르기까지 매우 다양한 연구를 한다. 이들은 이 밖에도 혜성, 운석 그리고 은하계 등에 대해서도 매우 다양하고 광범위한 연구를 한다.

우주 과학 분야는 오랜 옛날부터 하늘에 대한 의문을 품고 밤하늘을 관찰하던 천문학자들로부터 시작되었으며, 그 후 망원경이 발명되어 천체를 더 자세히 관찰할 수 있게 되면서 빠르게 발전하였다.

일반적으로 우주 과학자는 항공 우주 공학 또는 천체 우주 공학을 공부하며, 물리학과 천문학 분야의 기본 지식도 갖추어야 한다. 이러한 지식은 인공위성 개발과 이를 통해 얻어진 기술을 바탕으로 천체 탐사에 응용된다. 즉, 우주 과학은 최첨단 기술의 집결 분야라고 할 수 있다.

우주 과학자는 한국항공우주연구원과 나로 우주 센터, 한국천문연구원을 비롯하여 우주 과학과 관련된 정부 및 사설 연구 기관 등에서 일할 수 있다.





한국천문연구원



한국천문연구원의 전파 망원경

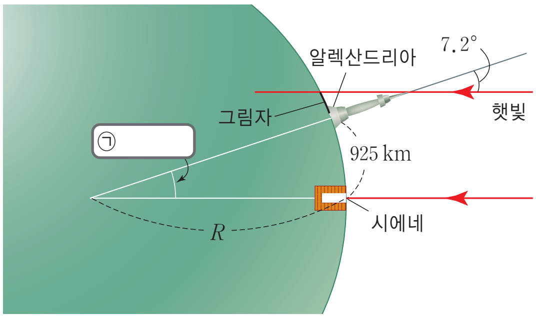
우리 주위에서 우주 과학과 관련된 일을 하는 곳은 어디인지 조사해 보고, 견학 · 체험 프로그램에 참여해 보자.

대단원 마무리

Ⅲ. 태양계

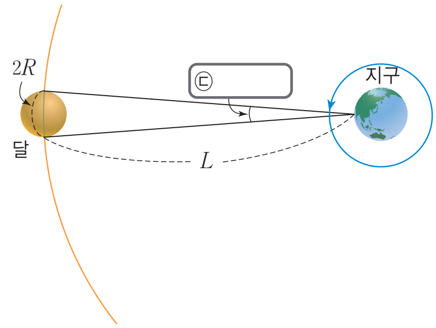
개념 정리하기

지구의 크기



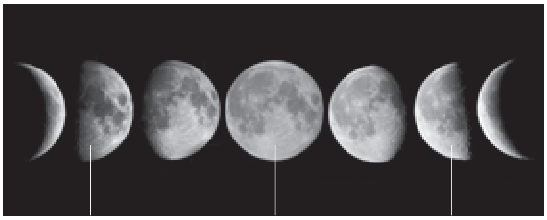
7.2° : ㉡ km=360° : $2\pi R$

달의 크기



0.5° : $2R$=360° : ㉣

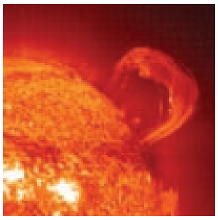
달의 모양



(㉤) 보름달 (㉥)

태양의 대기

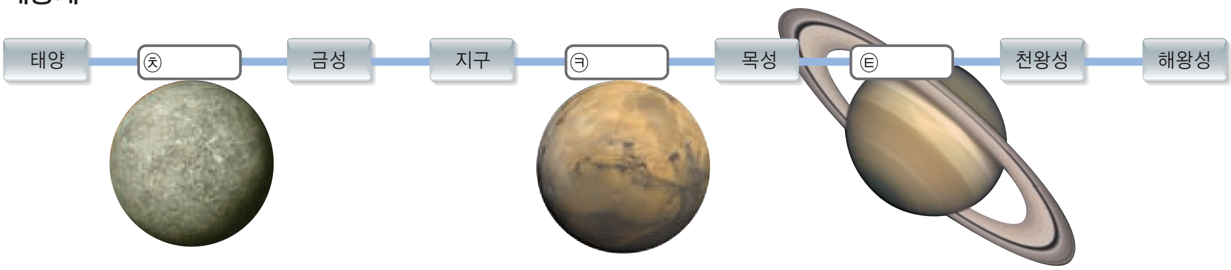






(㉦) (㉧) (㉨)

태양계



망원경



(㉬)



(㉭)



전파 망원경



우주 망원경

개념 적용하기

1 지구가 둥글기 때문에 나타나는 현상과 관계있는 것을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. 월식 때 달에 비친 지구 그림자
ㄴ. 항구로 들어오는 배에서 먼저 보이는 돛대
ㄷ. 마젤란의 세계 일주
ㄹ. 변하지 않는 북극성의 고도
ㅁ. 태양과 달의 각거리 일치

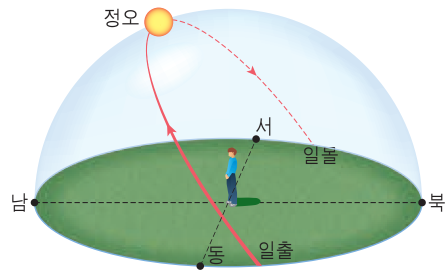
① ㄱ, ㄴ ② ㄴ, ㄷ ③ ㄷ, ㄹ
④ ㄱ, ㄴ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ, ㅁ

2 지구의 자전으로 나타나는 현상은?
① 우리나라에 계절 변화가 생긴다.
② 매일 밤 보이는 달의 모양이 변한다.
③ 별들이 북극성을 중심으로 회전한다.
④ 별자리 사이에서 태양의 위치가 이동한다.
⑤ 해가 진 후에 서쪽 하늘에서 보이는 별자리가 달라진다.

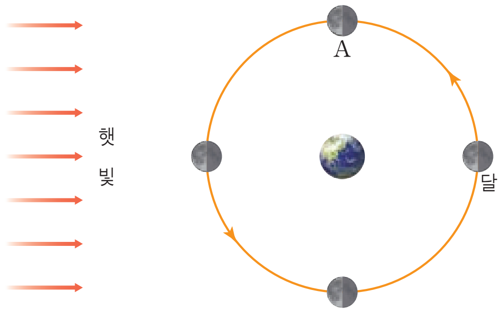
3 17세기에 유럽에서는 그림과 같이 밤에 북극성과 북두칠성 끝 부분의 두 별을 이용하여 시각을 알아냈다고 한다. 시각을 알 수 있었던 원리를 간단히 설명하시오.



4 그림은 우리나라에서 관측되는 태양의 일주 운동을 나타낸 것이다. 어느 계절에 나타나는 태양의 일주 운동 모습인지 쓰시오.

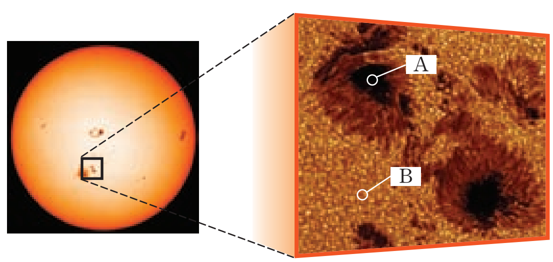


5 그림은 달의 공전을 나타낸 것이다.



A의 위치에 있을 때 보이는 달의 모양은?
① 초승달 ② 상현달 ③ 보름달
④ 하현달 ⑤ 그믐달

6 그림의 A, B 중 태양 내부의 에너지가 표면으로 분출되는 대류에 의해 나타나는 현상은 어느 것인가?



개념 적용하기

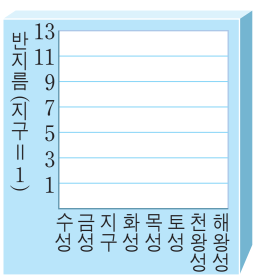
7 그림은 태양계 행성을 나타낸 것이다. 각 설명에 해당하는 행성의 기호와 이름을 쓰시오.

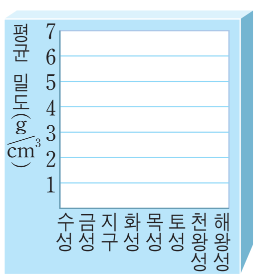

(가) (나) (다)

(1) 짙은 이산화 탄소 대기로 덮여 있어 표면의 온도와 기압이 매우 높다.
(2) 태양계에서 가장 큰 행성으로서, 표면에 가로 줄무늬와 붉은 점이 있다.
(3) 양극에 흰색의 극관이 있고 표면이 붉으며, 강물이 흐른 흔적이 있다.

8 표의 자료를 보고 행성의 반지름과 밀도를 그래프에 표시한 후 아래 물음에 답하시오.

행성	태양으로부터의 거리(지구=1)	반지름 (지구=1)	질량 (지구=1)	평균 밀도 (g/cm³)	고리
수성	0.4	0.38	0.05	5.43	없다
금성	0.7	0.94	0.82	5.24	없다
지구	1.0	1.00	1.00	5.52	없다
화성	1.5	0.53	0.11	3.94	없다
목성	5.2	11.21	317.8	1.33	있다
토성	9.5	9.45	95.16	0.70	있다
천왕성	19.5	4.01	14.54	1.27	있다
해왕성	30.1	3.88	17.15	1.64	있다





(1) 행성의 반지름과 밀도를 기준으로 비슷한 행성끼리 두 집단으로 분류하시오.
(2) 두 집단의 행성들은 반지름과 밀도 이외에 어떤 차이가 있는지 쓰시오.

9 다음은 태양계를 구성하는 천체들을 나타낸 것이다. 각 설명에 해당하는 천체의 기호를 쓰시오.

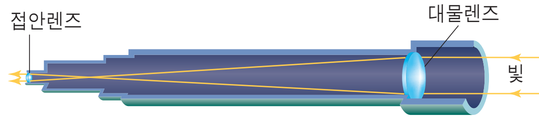
ㄱ. 지구	ㄴ. 태양	ㄷ. 토성
ㄹ. 금성	ㅁ. 달	ㅂ. 유성

(1) 생명체가 살고 있다.
(2) 흑점이 동쪽에서 서쪽으로 이동한다.
(3) 표면에 운석 구덩이가 많다.
(4) 행성 중 가장 밝게 보인다.
(5) 유성체가 대기와의 마찰로 빛을 낸다.
(6) 아름다운 고리가 뚜렷하게 보인다.

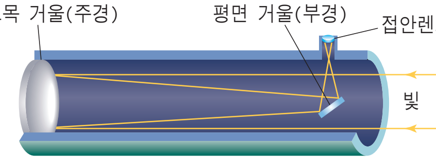
10 다음 글의 밑줄 친 곳을 바르게 고쳐 쓰시오.

> 나는 토성 탐사선 나로 17호의 선장 철수이다. 한 달 전 대한민국의 나로 우주 센터에서 발사된 우리 우주선은 지금 ㉠<u>금성과 화성 사이의</u> 소행성대를 지나고 있다. 이 소행성들은 대개 지름이 수십 km 이내로 ㉡<u>공처럼 둥근 모양을</u> 하고 있다. 이제 두 달 후면 우리는 태양계의 ㉢<u>가장 큰 행성인</u> 토성에 도착하여 아름다운 고리의 정체를 밝혀낼 것이다.

11 그림은 굴절 망원경과 반사 망원경의 구조를 나타낸 것이다. 두 망원경의 다른 점은 무엇인지 쓰시오.



굴절 망원경



반사 망원경

개념 응용하기

과학 글쓰기

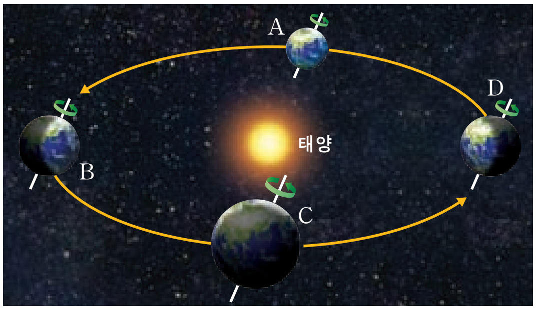
1 그림은 에라토스테네스가 지구의 크기를 측정한 방법을 나타낸 것이다.



고무 찰흙으로 빨대를 세우려고 한다. 두 지역의 위치를 선정할 때 주의할 점을 쓰시오.

탐구력 기르기

2 그림은 지구 공전을 나타낸 것이다.



우리나라의 계절이 여름철일 때 지구의 위치를 고르고, 낮의 길이와 밤의 길이를 비교하여 서술하시오.

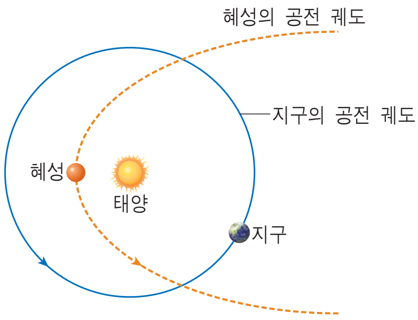
과학 글쓰기

3 그림은 달의 모양과 표면 무늬를 관찰한 것이다. 표면의 무늬가 변하지 않는 이유를 서술하시오.



과학 글쓰기

4 그림은 태양 근처를 지나가는 혜성의 모습이다. 혜성의 꼬리가 생기는 방향을 쓰고, 그 이유를 서술하시오.

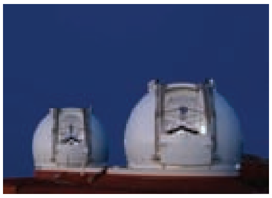


탐구력 기르기

5 영희는 달 표면에서 우주 비행사가 무거운 우주복을 입고 뛰듯이 걸어가는 영상을 보고 자신도 달에 가면 더 높이 뛰어오를 수 있다고 생각하였다. 영희가 이와 같이 생각한 것과 가장 관계 깊은 달의 특징은 무엇인지 말해 보시오.

탐구력 기르기

6 그림은 주경의 지름이 약 10 m인 켁 망원경과 주경의 지름이 약 2.4 m인 허블 우주 망원경을 나타낸 것이다. 주경의 지름은 켁 망원경이 허블 우주 망원경보다 더 크지만, 허블 우주 망원경에서 보는 천체의 상이 더 선명하다. 그 이유를 설명하시오.

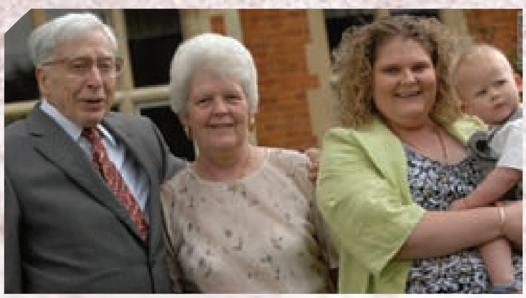


ⓐ 켁 망원경



ⓑ 허블 우주 망원경

에드워즈(Edwards, R. G. ; 1925~)



⊙ 왼쪽은 에드워즈 박사 부부, 오른쪽은 최초의 시험관 아기였던 루이스 브라운과 그녀의 아들

2010년 10월 4일 스웨덴 노벨 위원회에서는 "올해의 노벨 생리 · 의학상은 시험관 아기 시술로 전 세계적으로 10 % 이상의 불임 부부에게 아기를 안겨 줄 수 있는 길을 연 에드워즈 박사에게 돌아갔다."라고 발표하였다. 위원회에서는 발표문에서 "지금까지 약 400만 명이 체외 수정으로 태어나 에드워즈의 비전은 현실이 됐다."라고 밝혔다.

에드워즈 박사의 연구로 1978년 최초의 시험관 아기인 '루이스 브라운'이 태어났다. 루이스 브라운은 정상적으로 생장하여 건강한 아들을 낳았다. 그 당시 일부 사람들은 에드워즈의 연구에 대해 윤리적인 문제점을 제기하여 연구를 중단할 것을 주장하였다. 이 때문에 에드워즈 박사는 연구 기금 지원을 거절당해, 개인적인 기부금으로 연구비를 충당하기도 하였다.



Ⅳ 생식과 발생

❖ 이 단원에서는

조그만 연못에는 무엇이 살고 있을까? 개구리, 개구리밥, 수련 등이 있고, 그 밖에도 많은 생물이 작은 세상을 이루며 살아가고 있다. 몇 개 정도였던 개구리밥은 엄청난 수로 불어나고, 수련은 새로운 씨를 만들기 위해 꽃을 피우며, 까만 개구리 알은 올챙이로 부화되어 개구리로 자란다.

연못의 생물들처럼 지구 상의 모든 생물은 새롭게 태어나고 생장한 다음 자손을 남김으로써 종족을 유지한다.

이 단원을 통해 생물은 어떤 방법으로 자손을 만드는지 살펴보고, 이 과정에서 생장은 어떻게 일어나는지 알아보자.

1

» 중단원 미리 보기

세포 분열과 염색체

생장점

나뭇가지의 일부를 잘라내는 것이 나무에게는 고통일지 모르나, 균형 잡힌 생장을 돕고 좋은 열매를 맺게 하는 데 도움이 된다. 그러나 가지가 잘려 나간 부분은 더 이상 자라지 않는다. 그 이유는 무엇일까?





체세포

벌집이 작은 방들로 이루어진 것처럼 우리 몸은 작은 세포들로 구성되어 있다. 우리 몸의 수많은 세포들은 모두 하나의 수정란으로부터 만들어진 것이다. 이 세포들은 어떤 방법을 통해 만들어졌을까?

독일의 피르호(Virchow, R. ; 1821 ~1902)는 “동물은 동물에서 태어나고 식물은 식물에서 태어나듯, 세포가 존재하려면 반드시 먼저 존재하는 세포가 있어야만 한다.”라고 주장하였다. 세포 분열은 모세포로부터 동일한 딸세포를 형성하는 과정이다. 딸세포의 유전 물질이 모세포와 같아지기 위해서는 분열 전에 어떤 준비 과정이 필요할까?



꽃가루

동물의 생식 기관에서는 정자와 난자가 생산된다. 그리고 이들의 수정에 의해 새로운 자손이 만들어진다. 식물에서 정자와 난자에 해당하는 세포는 무엇일까?



염색체 수

우리 몸의 피부를 구성하는 상피 세포에는 46개의 염색체가 들어 있지만, 정자에는 23개의 염색체가 들어 있다. 이처럼 상피 세포와 정자에 포함된 염색체 수가 서로 다른 이유는 무엇일까?

1-1 생물의 생장



학습 목표

- 체세포 분열 과정을 염색체와 관련지어 설명할 수 있다.
- 생물이 생장하는 이유를 체세포 분열과 관련지어 설명할 수 있다.

어미 닭이 알을 품은 지 21일이 지나면 병아리는 부리로 껍데기를 깨고 나온다. 그 후 모이를 먹고 무럭무럭 자라서 6개월 후에는 어미 닭만큼 커지게 된다. 병아리가 어미 닭으로 자랄 때 몸속에서는 어떤 일이 일어날까?



체세포 분열

우리는 어렸을 때 찍었던 사진 속의 모습을 보면서 "어라. 내가 많이 컸네."라는 생각을 하게 된다. 이처럼 생물이 자라는 과정이 생장인데, 생물이 자랄 수 있는 이유는 무엇일까?

생물이 생장하는 것은 몸을 구성하고 있는 세포가 분열을 거듭하여 그 수가 많아지기 때문이다. 몸을 구성하고 있는 세포의 수는 **체세포 분열**을 통해 증가한다. 이러한 체세포 분열은 어떤 과정을 거쳐 일어나는지 양파의 뿌리 끝을 관찰하여 알아보자.

탐구 활동 양파의 체세포 분열 — 관찰(동영상)

목·표

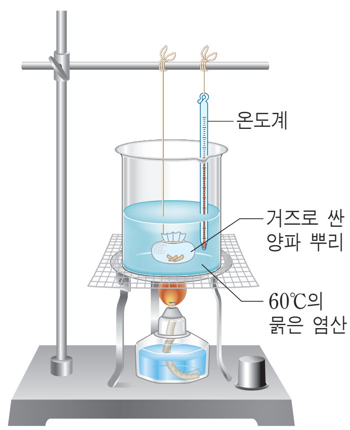
- 체세포 분열을 관찰하는 방법에 대하여 설명할 수 있다.
- 체세포 분열을 관찰하고, 각 분열 시기의 특징을 설명할 수 있다.

실험 전 준비 과정

❶ 물을 가득 채운 유리컵에 양파를 올려놓고 뿌리가 자라게 한다.

❷ 양파 뿌리가 2∼3 cm 정도 자라면 뿌리 끝을 1 cm 정도로 잘라 에탄올과 아세트산 용액을 부피비 3 : 1로 섞은 혼합액에 하루 동안 담가 둔다.

❸ 이 뿌리를 거즈로 싸서 60℃의 묽은 염산에 7∼8분간 담근 후 증류수로 헹군다.



준·비·물

- 실험 전: 양파, 유리컵, 물, 안전면도날, 비커, 에탄올, 아세트산 용액, 거즈, 핀셋, 묽은 염산, 스탠드, 온도계, 쇠그물, 삼발이, 알코올램프, 보호 안경, 마스크, 실험용 장갑
- 실험 과정: 양파 뿌리, 받침 유리, 덮개 유리, 핀셋, 스포이트, 안전면도날, 아세트산카민 용액, 해부 침, 지우개 달린 연필, 거름종이, 실험용 장갑, 현미경

유·의·점

1. 실험 전 준비 과정에서 알코올램프를 이용하여 묽은 염산을 가열할 때 반드시 보안경과 마스크를 착용한다.
2. 실험 과정에서 해부 침을 치켜들지 않는다.

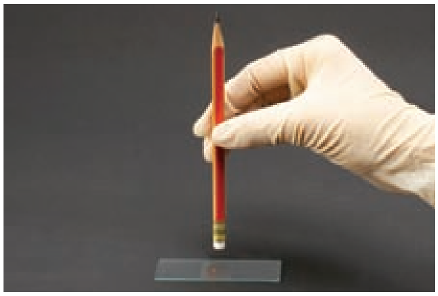
과정



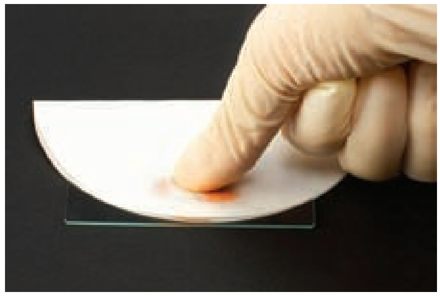
❶ 안전면도날로 뿌리 끝을 2 mm 정도 잘라 받침 유리에 놓고 아세트산카민 용액을 한 방울 떨어뜨린 다음 2분 정도 둔다.



❷ 해부 침으로 뿌리 끝을 잘게 찢는다.



❸ 덮개 유리를 덮고 그 위를 지우개 달린 연필로 가볍게 여러 번 두드린다.



❹ 여분의 용액을 거름종이로 흡수한 다음 현미경으로 관찰한다.

결과

1 분열하고 있는 세포를 찾아 그린 다음, 특징을 기록해 보자.

(×　　　)

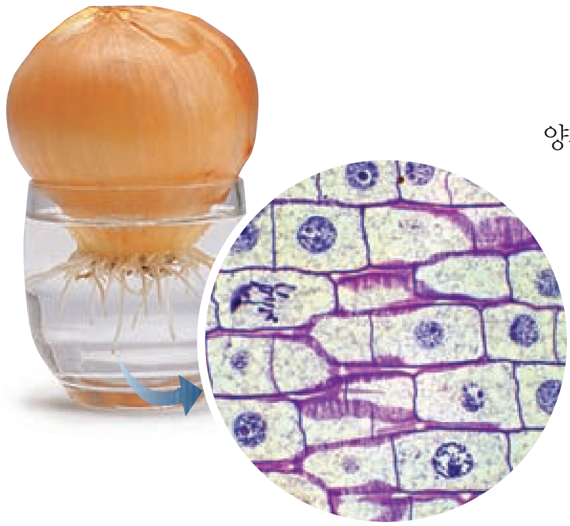
특징 :

2 핵을 가진 세포가 있는가? 핵이 없다면 어떤 구조물이 관찰되는가?

해석 창의 · 인성

1 실험에서 양파의 뿌리 끝을 사용하는 이유에 대하여 설명해 보자.

2 막대기 모양의 구조물은 어떻게 이동하는지 토의해 보자.



양파 뿌리 끝의 생장점에서는 세포 분열이 활발하게 일어나므로 분열 시기가 다른 다양한 세포를 관찰할 수 있다. 특히 핵이 보이지 않는 세포에서는 막대 모양의 구조물이 관찰되는데, 이를 **염색체**라고 한다. 세포가 분열하지 않을 때에는 염색체를 관찰할 수 없지만, 분열하기 시작하면 실 모양의 염색사가 뭉쳐져서 짧고 굵은 막대 모양의 염색체로 나타난다.

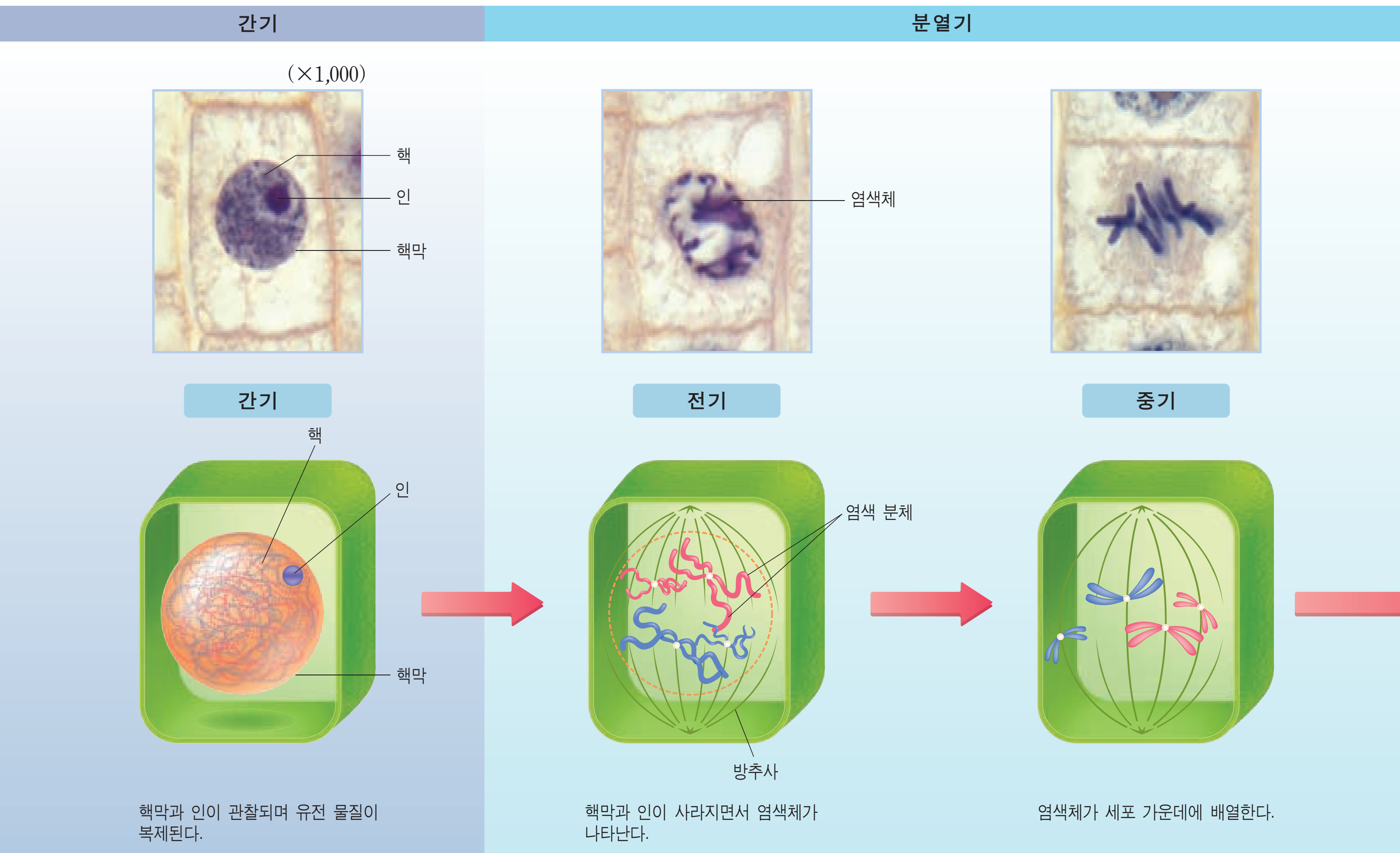
❻ 그림 Ⅳ-1 양파 뿌리의 생장점에서의 세포 분열(×400)

모세포와 딸세포
분열하기 전의 세포를 모세포라고 하며, 분열 결과 만들어진 세포를 딸세포라고 한다.

체세포 분열의 과정

모세포로부터 동일한 두 개의 딸세포가 만들어지기 위해서는 먼저 유전 물질이 두 배로 증가하고, 세포 분열에 필요한 여러 가지 물질이 만들어져야 하는데, 이 시기를 **간기**라고 한다. 간기가 지나면 유전 물질이 들어 있는 핵이 분열하여 둘로 되는 핵분열이 일어나고, 이어서 세포질이 나누어지는 세포질 분열이 일어난다. 핵분열과 세포질 분열이 일어나는 시기를 **분열기**라고 한다.

❻ 그림 Ⅳ-2 생물의 체세포 분열 과정



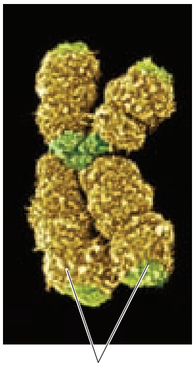
핵분열기는 전기, 중기, 후기, 말기의 순서로 진행된다. **전기**에는 핵막이 사라지고 두 가닥의 염색 분체로 된 염색체가 형성된다. 그리고 세포의 양쪽 끝에서 뻗어 나온 방추사가 염색체에 붙는다.

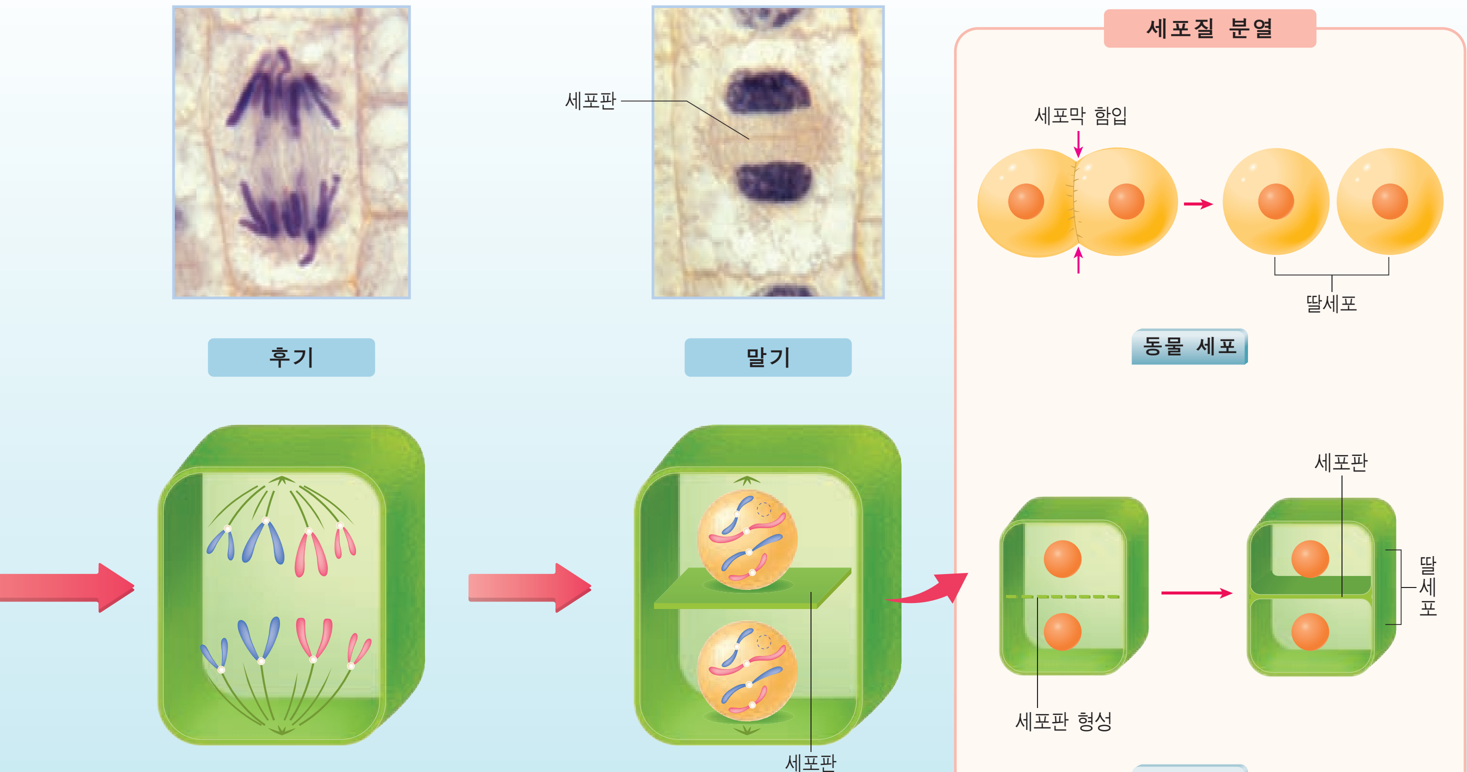
중기에는 굵고 짧아진 염색체가 세포의 중앙에 위치하게 되는데, 이때의 염색체는 두 개의 염색 분체가 붙어 있는 상태이다. **후기**에는 염색 분체가 방추사에 의해 양극으로 끌려간다. **말기**에는 세포의 양극으로 끌려간 염색체가 다시 염색사로 풀어져 핵막에 의해 둘러싸이면서 두 개의 딸핵이 나타난다.

말기에 핵분열이 끝나면 이어서 세포질이 나누어지는 **세포질 분열**이 일어난다. 식물 세포는 두 핵 사이에 세포판이 형성되어 두 개의 딸세포가 만들어진다. 반면, 동물 세포는 세포막이 밖에서 안으로 함입되면서 세포가 나누어져 두 개의 딸세포가 형성된다.

이처럼 체세포 분열은 간기와 분열기가 연속으로 일어난다.

중기에 관찰되는 염색체
세포 분열이 일어나기 전에 하나의 염색체가 똑같이 복제된다. 따라서 전기와 중기의 염색체는 똑같은 유전자를 갖고 있는 두 개의 염색 분체가 붙어 있는 상태로 존재한다.





염색 분체가 분리되어 양극으로 이동한다.

염색체가 풀어지고 핵막이 나타나면서 두 개의 핵이 생긴다.

체세포 분열의 의의

생물은 체세포 분열을 통해 세포 수가 늘어나 몸이 생장한다. 식물의 경우에는 뿌리나 줄기 끝의 생장점과 형성층에서 체세포 분열이 일어난다. 식물의 생장점에서는 길이 생장이 일어나며, 형성층에서는 부피 생장이 일어난다.

반면, 사람의 체세포 분열은 몸 전체에서 일어난다. 일반적으로 어릴 때에는 체세포 분열이 활발하게 일어나 생장 속도가 빠르지만, 성인이 되면 세포의 분열 속도가 느려지다가 생장이 멈추게 된다. 따라서 사람의 생장 곡선은 S자형으로 나타난다.

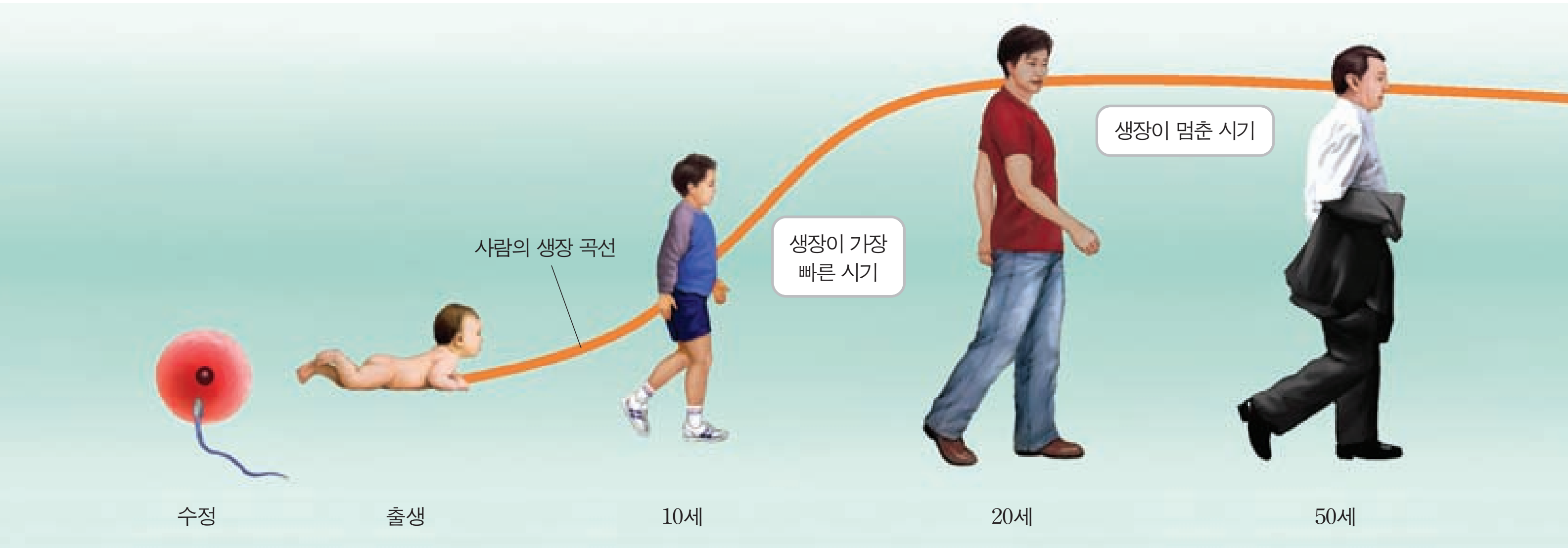


그림 Ⅳ-3 사람의 생장 변화



그림 Ⅳ-4 상처의 회복_ 상처가 나면 상처 부위에서 체세포 분열이 일어나 상처가 아문다.

몸에 상처가 나면 상처 부위에서 체세포 분열이 일어나 손상된 세포가 교체되므로 상처가 아물게 된다. 또 백혈구와 적혈구가 수명을 다하면 골수에서 체세포 분열을 통해 혈구가 다시 만들어진다. 따라서 혈액 속 혈구의 수는 항상 일정하게 유지된다. 이처럼 사람은 체세포 분열을 통해 생장하고, 늙거나 손상된 세포가 젊은 세포로 교체되어 건강을 유지할 수 있다.

잠깐 체크 사람의 생장 곡선이 S자형을 나타내는 이유는 무엇인가?

자기 주도 학습

개념 확인하기

❶ 체세포 분열에서 핵분열 과정을 순서대로 써 보자.

❷ 사람의 생장이 일어나는 원리를 설명해 보자.

생활 속 문제 해결하기

운동을 하다가 넘어져서 무릎에 상처가 난 경우 며칠이 지나면 원래대로 회복된다. 상처가 아무는 이유를 체세포 분열과 관련지어 설명해 보자.



생명을 위협하는 암!

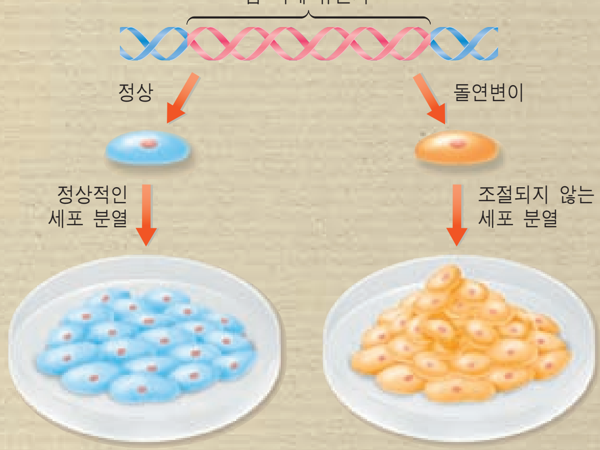
MP3 플레이어, 스마트폰 등 새로운 디자인과 다양한 기능을 가진 제품을 수없이 개발했던 스티브 잡스(Steve Jobs ; 1955~2011)는 췌장(=이자)암이 간으로 전이되어 끝내 사망하였다. 암세포는 정상 세포와 어떤 점에서 차이가 날까?

사람의 몸은 수십 조 개의 세포로 이루어져 있으며, 세포의 수가 늘어나면서 생장을 하게 된다. 세포의 수명은 영원한 것이 아니라 어느 정도 분열하면 더 이상 분열하지 못하고 죽게 된다. 그런데 세포의 정상적인 생장이나 상처에 의한 재생과는 무관하게 비정상적으로 세포 분열이 일어나면 종양이 된다.

종양은 생명에 위험을 초래하지 않고 천천히 생장하는 양성 종양과 빠른 속도로 증식하여 주변의 세포들을 죽이면서 생명을 위협하는 악성 종양으로 구분할 수 있다. 이 중에서 악성 종양을 암이라고 한다.

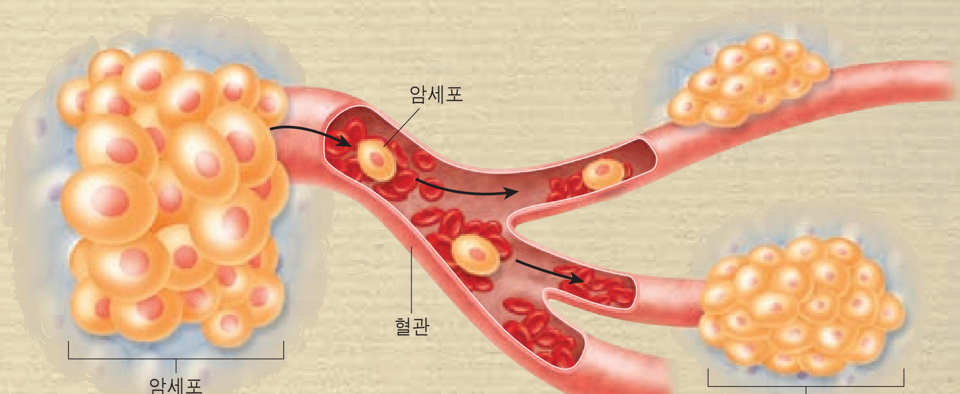
그렇다면 암세포가 비정상적으로 세포 분열을 하는 이유는 무엇일까?

정상 세포에는 암을 억제하는 유전자가 존재하여 세포 분열이 엄격하게 통제되고 있다. 그러나 암을 억제하는 유전자에 돌연변이가 일어난 암세포는 세포 분열을 조절하지 못한다. 따라서 암세포는 계속해서 세포 분열이 일어나 무한히 증식한다. 이러한 돌연변이는 모든 세포에서 일어날 수 있으므로 암세포는 우리 몸의 어디에서든지 생길 수 있다.



암세포의 발생

또 암세포는 혈액이나 림프를 따라 신체의 다른 조직이나 기관으로 이동할 수 있는데, 이를 전이라고 한다. 스티브 잡스는 췌장의 암세포가 간으로 전이되어 췌장암 수술을 받은 이후에도 간 이식 수술을 받아야 했다.



암세포의 전이

1-2 생식세포의 형성



학습 목표

- 생식세포 분열 과정을 염색체와 관련지어 설명할 수 있다.
- 생식세포 분열이 일어나야 하는 이유를 설명할 수 있다.

사춘기가 되면 성호르몬이 활발하게 분비되면서 남자는 몽정을 하고 여자는 초경을 하는 등의 2차 성징이 나타난다. 이것은 자손을 만드는 데 필요한 생식세포인 정자와 난자가 정상적으로 만들어지기 시작했다는 것을 의미한다.

생식세포는 어떤 과정을 거쳐 만들어질까?

생식세포 분열

사람을 비롯한 많은 동물은 정자와 난자라는 생식세포를 만들고, 이들의 결합을 통해 새로운 자손이 태어난다. 만약 생식세포가 체세포 분열과 같은 과정으로 만들어진다면 어떻게 될까? 자손의 염색체 수는 부모의 두 배가 되고, 세대가 거듭할수록 염색체 수는 점점 증가하게 될 것이다.

사람의 염색체 수는 세대를 거듭하여도 일정하게 유지된다. 그 이유는 모세포와 딸세포의 염색체 수가 변함없는 체세포 분열과 달리, 생식소에서 만들어지는 생식세포는 염색체 수가 모세포의 절반으로 감소하는 분열을 통해 만들어지기 때문이다. 이러한 세포 분열을 **생식세포 분열**이라고 한다.

호밀의 꽃밥에서 생식세포인 꽃가루가 만들어지는 과정을 관찰함으로써 생식세포 분열이 어떻게 일어나는지 알아보자.

탐구 활동 호밀 이삭의 생식세포 분열 관찰(동영상)

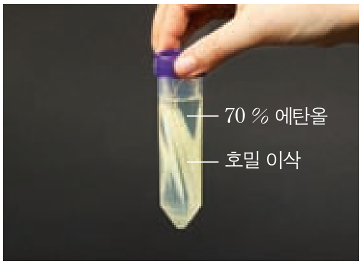
목·표

생식세포인 꽃가루가 만들어지는 과정을 관찰하고, 각 분열 시기의 특징을 설명할 수 있다.

실험 전 준비 과정

❶ 호밀의 이삭이 피기 전에 이삭을 채취하여 에탄올과 아세트산 용액의 3 : 1 혼합액에 넣어 일주일간 둔다.

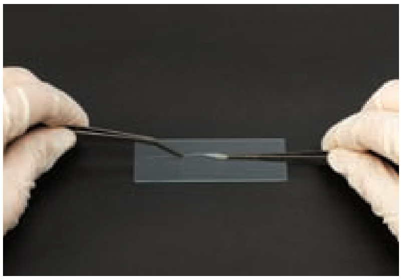
❷ 70 % 에탄올로 이삭을 씻어낸 후, 70 % 에탄올에 넣어 냉장 보관한다.



과정



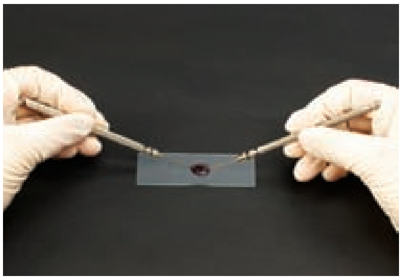
❶ 고정된 호밀 이삭에서 핀셋으로 낱꽃을 뜯어낸다.



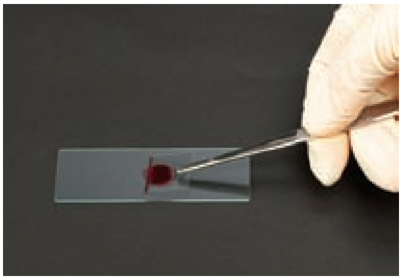
❷ 낱꽃을 받침 유리에 올려놓고, 낱꽃에 포함된 꽃밥을 분리한다.



❸ 꽃밥 외의 나머지를 제거한 후 1 % 아세토올세인 용액을 한 방울 떨어뜨린다.



❹ 해부 침을 이용하여 꽃밥을 잘게 찢은 후 5분간 두어 염색한다.



❺ 꽃밥 조각을 제거한 후 덮개 유리로 덮는다.



❻ 여분의 용액을 거름종이로 흡수한 다음 현미경으로 관찰한다.

준·비·물

- 실험 전: 이삭이 피기 전의 호밀 이삭, 에탄올, 아세트산 용액, 저장 용기
- 실험 과정: 고정된 호밀 이삭, 1 % 아세토올세인 용액, 현미경, 받침 유리, 덮개 유리, 해부 침, 거름종이, 스포이트, 핀셋, 실험용 장갑

⚠ 유·의·점

염색액이 마르기 전에 염색액을 한 방울 더 떨어뜨린다.

결과

1 현미경으로 관찰되는 여러 단계의 세포를 그리고, 생식세포가 만들어지는 순서대로 나열해 보자.

(×　　) (×　　) (×　　)

2 중기로 보이는 세포의 염색체 모양은 어떠한가?

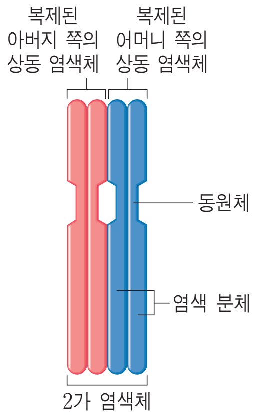
해석 창의 · 인성

1 생식세포가 형성되려면 몇 번의 세포 분열이 일어나야 하는가? 그리고 분열 후 생긴 생식세포는 몇 개인가?

2 생식세포의 특징을 염색체 수와 관련지어 설명해 보자.

상동 염색체
체세포에 존재하는, 모양과 크기가 같은 염색체 쌍

2가 염색체
감수 1분열 전기에 상동 염색체가 서로 붙어서 2가 염색체를 형성한다.



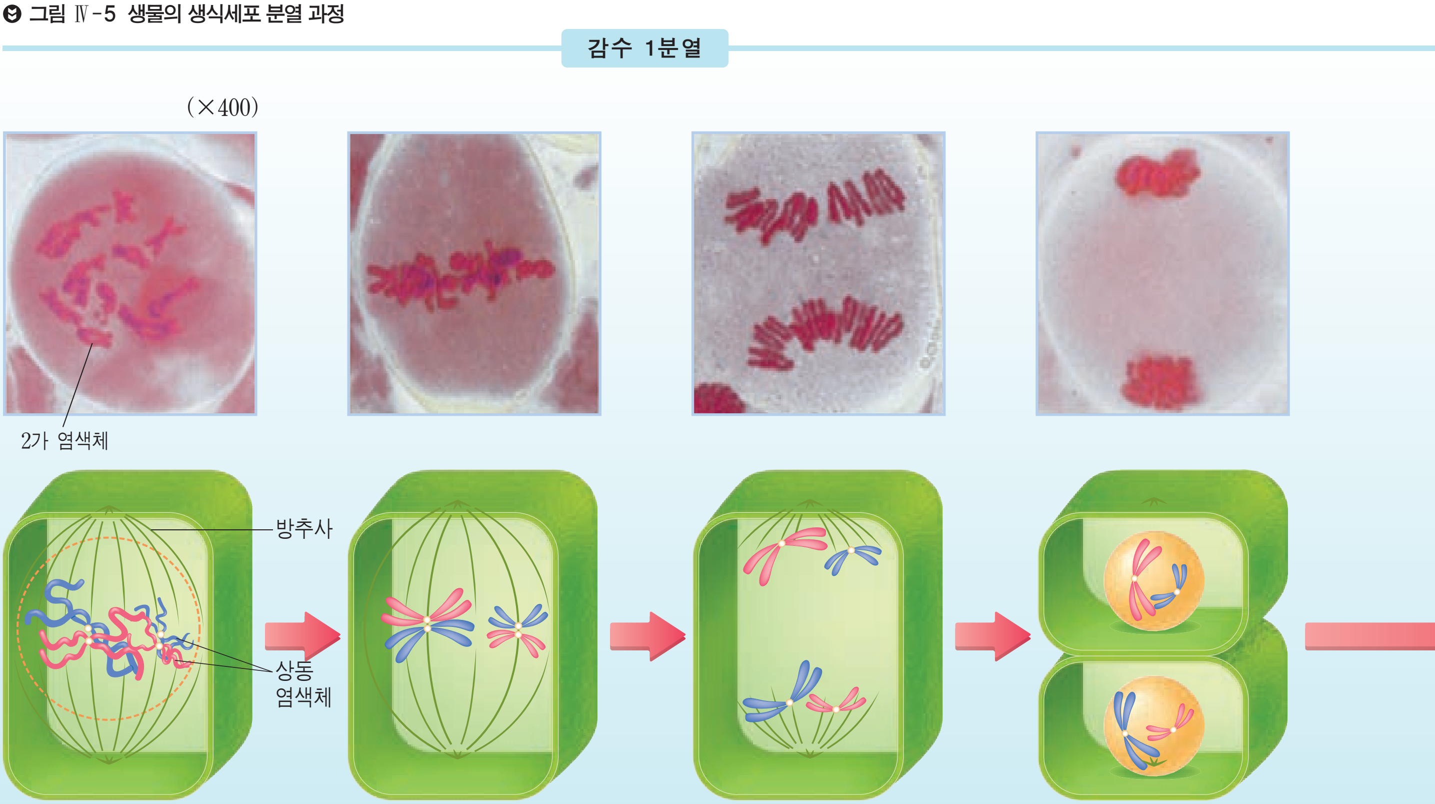
생식세포의 분열 과정과 의의

생식세포의 예로는 사람의 정자와 난자, 속씨식물의 꽃가루와 난세포가 있다. 사람의 정자는 정소에서 만들어지고, 난자는 난소에서 만들어진다. 속씨식물의 꽃가루는 꽃밥에서, 난세포는 씨방 안의 밑씨에서 만들어진다.

생식세포 분열의 간기에는 체세포 분열과 같이 유전 물질이 복제된다. 그러나 생식세포 분열에서는 세포 분열이 2회에 걸쳐 연속적으로 일어난다. 이때 처음 일어나는 분열을 **감수 1분열**이라고 하며, 나중에 일어나는 분열을 **감수 2분열**이라고 한다.

감수 1분열의 전기에는 상동 염색체가 서로 붙게 되는데, 이 상동 염색체의 쌍을 **2가 염색체**라고 한다. 중기에는 2가 염색체가 세포의 중앙에 배열하고, 후기에는 방추사에 의해 상동 염색체가 각각 분리되어 양극으로 끌려간다. 이처럼 감수 1분열로 두 개의 딸세포가 만들어지며, 각각의 딸세포에 들어 있는 염색체 수는 상동 염색체가 분리되었기 때문에 모세포 수의 절반으로 줄어든다. 감수 1분열이 끝나면 바로 감수 2분열이 시작된다.

그림 Ⅳ-5 생물의 생식세포 분열 과정



전기
핵막이 사라지고 염색체가 나타나며, 상동 염색체가 접합한다.

중기
2가 염색체가 세포 중앙에 배열한다.

후기
상동 염색체가 나누어져 양극으로 이동한다.

말기와 세포질 분열
핵분열 후 세포질 분열이 일어난다.

감수 2분열에서는 간기에 복제되었던 염색 분체가 나누어져 양극으로 끌려가므로 염색체 수는 변화가 없다. 결과적으로 생식세포 분열로 하나의 모세포에서 염색체 수가 반으로 줄어든 네 개의 딸세포가 형성된다. 이와 같이 염색체가 반감되는 특성 때문에 생식세포 분열을 **감수 분열**이라고도 부른다.

생식세포 분열을 통해 만들어진 정자와 난자는 수정하여 자손이 태어나며, 자손의 염색체 수는 어버이와 같다. 이처럼 염색체 수는 생식세포 분열과 수정을 통해 세대를 거듭하여도 항상 일정하게 유지될 수 있으며, 그 결과 생물종이 유지될 수 있다.

자기 주도 학습

개념 확인하기

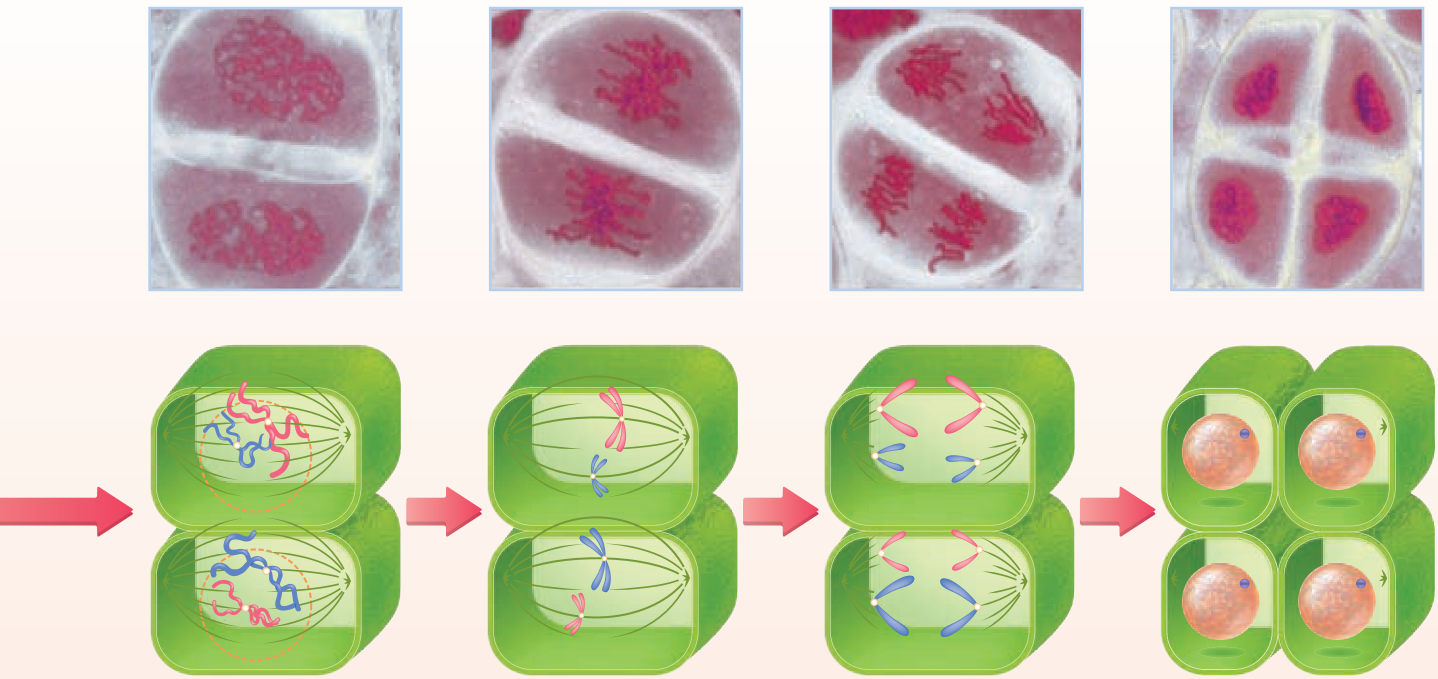
❶ 생식세포 분열 과정에서 유전 물질의 복제는 몇 번 일어나는가?

❷ 염색 분체는 생식세포 분열의 어느 과정에서 분리되는가?

과학과 실험 연관 짓기

백합을 이용하여 생식세포를 관찰하려고 한다. 관찰 재료를 어떻게 선택해야 하는지 조사해 보자.

감수 2분열



전기 핵막이 사라지고 염색체가 나타난다.

중기 염색체가 세포 중앙에 배열한다.

후기 염색 분체가 분리되어 양극으로 이동한다.

말기와 세포질 분열 염색체는 풀어지고 핵막이 나타나며, 세포질 분열이 일어나 네 개의 딸세포가 만들어진다.

1-3 유전자와 염색체

학습 목표

- 유전자와 염색체의 관계를 설명할 수 있다.
- 사람의 염색체 구성을 설명할 수 있다.
- 세포 분열 과정에서 염색체의 행동을 설명할 수 있다.

어렸을 때 잃어버린 자식을 찾은 부모가 자식을 부둥켜안고 감격의 눈물을 흘리는 모습을 텔레비전을 통해 볼 수 있다. 그들은 어떻게 서로 한가족이라는 것을 알 수 있을까?

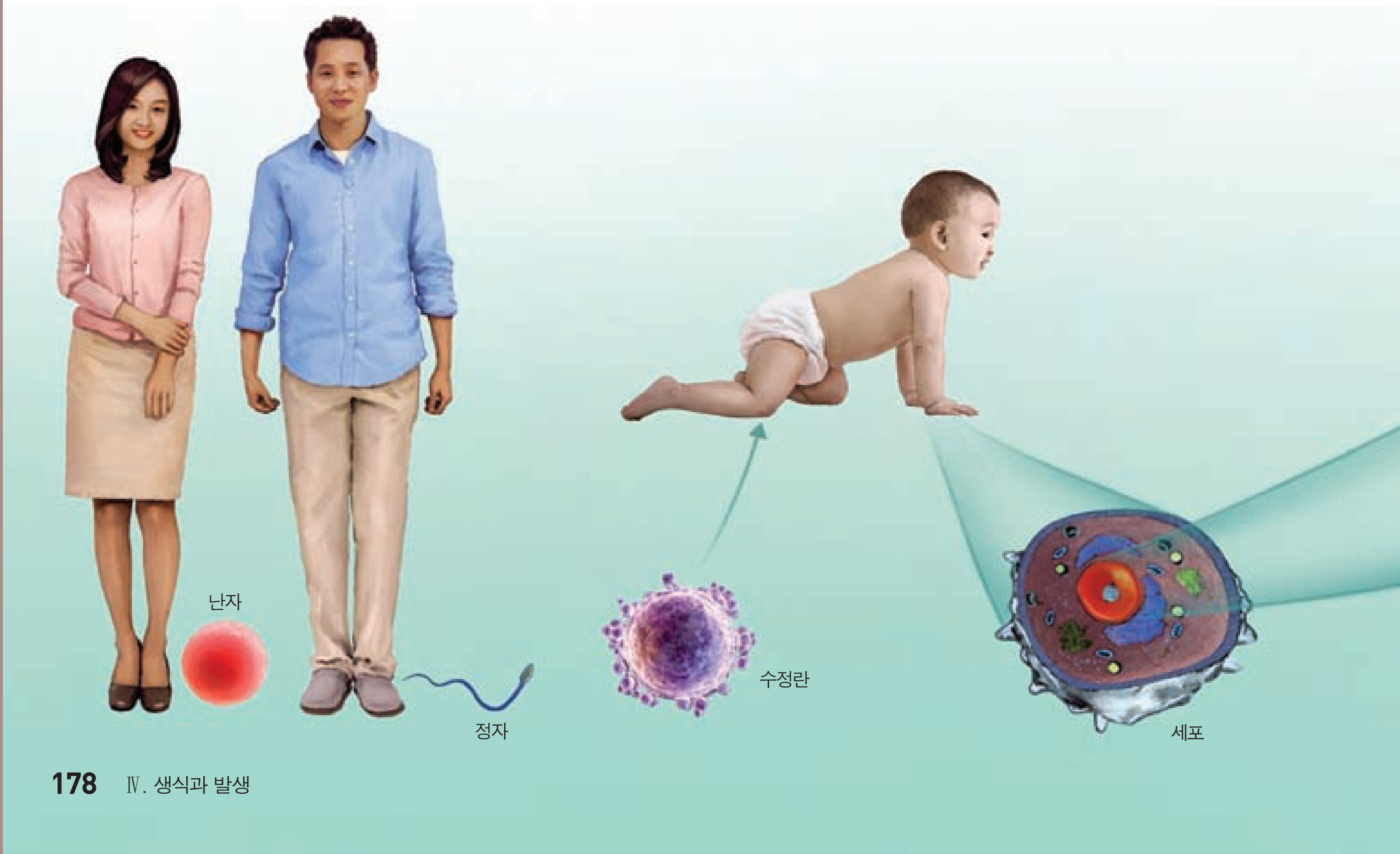


유전자와 염색체

부모가 어렸을 때 잃어버렸던 자식을 금방 알아볼 수 있었던 이유는 아이에게서 자신과 닮은 모습을 찾을 수 있었기 때문이다. 이처럼 부모의 여러 가지 특징은 자손에게 전달된다. 그러면 부모의 특징들은 무엇을 통해 자손에게 전달될까?

부모로부터 자손에게 전해지는 특징을 **유전 형질**이라고 하는데, 유전 형질은 유전자의 활동에 의해 나타난다. 과학자들은 생식세포 분열과 수정 과정에서 유전자와 염색체의 행동이 비슷한 점에서 유전자가 염색체에 존재한다고 생각하였다.

그림 Ⅳ-6 염색체와 유전자



자손은 부모의 생식세포인 정자와 난자의 수정에 의해 태어난다. 이때 부모의 정자와 난자는 자손에게 무엇을 전달하는 것일까?

정자와 난자는 부모에게서 물려받은 각각 23개의 염색체를 가지고 있다. 따라서 부모의 유전자를 절반씩 물려받은 자손은 부모 양쪽의 특징을 물려받아 부모와 닮는 것이다.

예를 들어 아버지와 어머니로부터 쌍꺼풀 유전자를 물려받은 경우, 자손은 쌍꺼풀 유전자를 가지게 되어 쌍꺼풀이 나타난다. 이처럼 염색체는 부모의 형질을 자손에게 물려주는 역할을 한다. 사람의 여러 가지 형질을 결정하는 유전자의 종류는 약 2만 가지이지만 염색체의 종류는 23개에 불과하다. 따라서 한 염색체에는 수백~수천 개의 유전자가 존재한다.

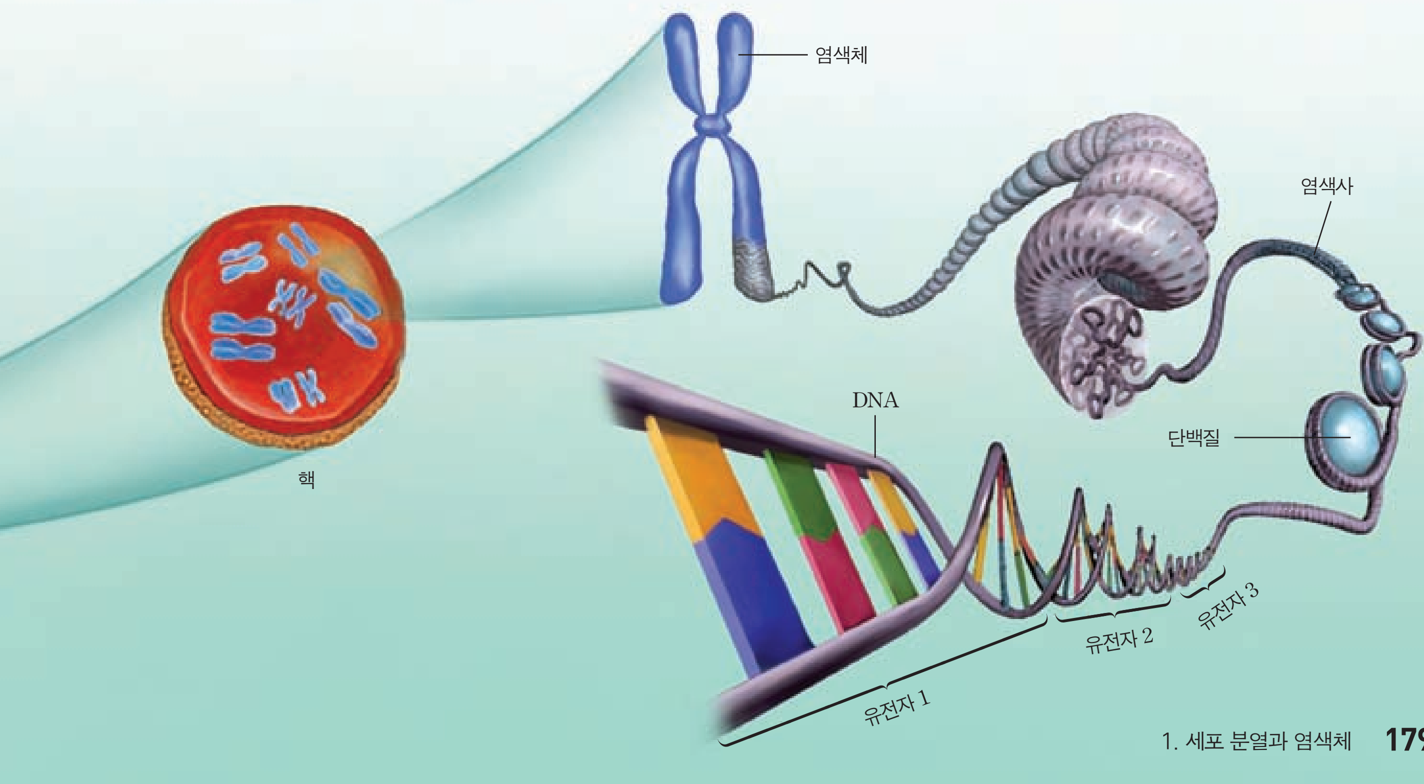
그러면 형질을 결정하는 유전자는 무엇으로 이루어져 있으며, 염색체에 어떻게 존재할까?

핵 속에는 유전 물질인 DNA가 있는데, 어떤 형질에 대한 정보를 가지고 있는 DNA의 특정 영역을 **유전자**라고 한다. 핵에서 DNA는 단백질을 감싼 후 꼬여서 염색사를 형성한다. 세포가 분열하지 않는 간기에는 염색사로 존재하지만, 세포가 분열기에 접어들면 염색사가 접히고 응축되어 막대기 모양의 염색체로 관찰된다.

눈꺼풀 유전
쌍꺼풀은 외까풀 형질에 대하여 우성 형질이다.

DNA
두 가닥이 서로 꼬여 있는 나선 구조로 되어 있으며, 생물의 유전 형질을 결정하는 유전 정보를 저장한다.


DNA 모형

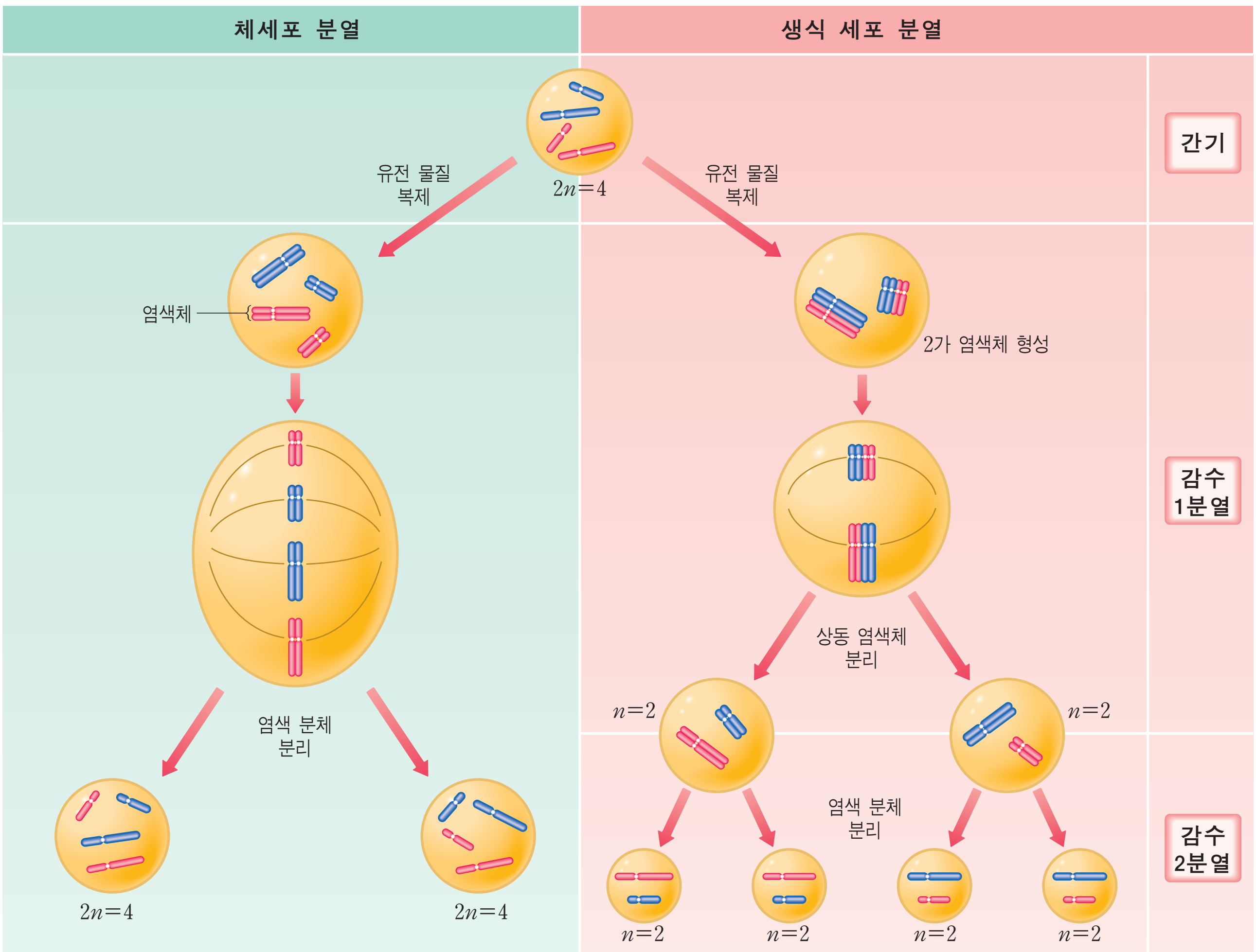


염색체와 세포 분열

우리 몸을 구성하는 체세포는 46개의 염색체를 가지고 있으며, 각각의 세포가 지니고 있는 유전자 구성은 모두 같다. 그 이유는 하나의 수정란에서 체세포 분열을 통해 몸이 만들어졌기 때문이다. 그러나 생식세포 분열을 통해 만들어진 정자와 난자는 각각 23개의 염색체를 가지며, 각 세포들은 유전자 구성이 매우 다양하다. 체세포 분열과 생식세포 분열의 공통점과 차이점은 무엇일까?

체세포 분열과 생식세포 분열이 일어나기 위해서는 먼저 간기에 유전 물질인 DNA가 복제되어야 한다. DNA 복제는 체세포 분열과 생식세포 분열에서 공통으로 일어나는 과정이다. DNA 복제가 일어나면 염색체는 2개의 염색 분체가 붙어 있는 상태가 된다. 따라서 세포 분열의 전기와 중기에 관찰되는 염색체는 염색 분체가 분리되지 않았기 때문에 유전자 구성이 같은 2개의 염색 분체로 구성되어 있다.

그림 Ⅳ-7 체세포 분열과 생식세포 분열에서 염색체의 분리



사람의 체세포가 가진 염색체는 46개이지만, 세포 분열 후 체세포와 생식세포의 염색체 수가 서로 달라진 까닭은 무엇일까?

체세포 분열과 생식세포 분열의 차이점은 분열 횟수와 염색체가 분리되는 방식에 있다. 체세포 분열에서는 염색체들이 적도면에 배열한 후, 방추사에 의해 염색 분체가 분리되어 양쪽으로 끌려간다. 따라서 딸세포가 갖는 염색체 수는 모세포와 동일한 46개이다.

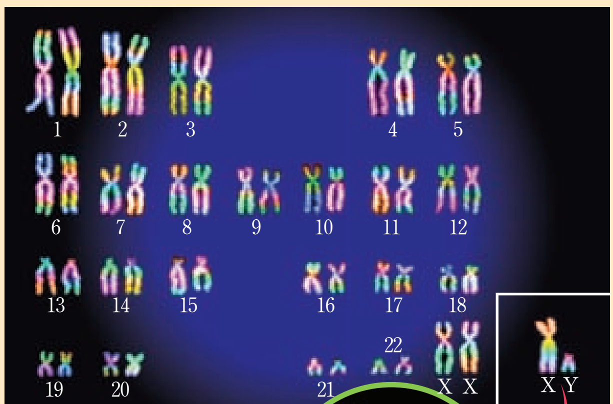
생식세포 분열에서는 2회의 연속적인 분열이 일어난다. 감수 1분열에서 2가 염색체를 구성하는 상동 염색체가 서로 분리되므로 만들어진 딸세포의 염색체 수는 23개이다. 이때 염색 분체는 아직 분리되지 않은 상태이므로 각 염색체는 2개의 염색 분체로 이루어져 있다. 감수 2분열에서는 체세포 분열과 유사하게 염색 분체가 분리되어 23개의 염색체를 갖는 네 개의 딸세포가 만들어진다. 그 결과 생식세포 분열로 만들어진 딸세포의 염색체 수는 모세포의 절반이 된다.

생식세포의 유전적 다양성
상동 염색체는 부모 양쪽으로부터 하나씩 물려받은 것이므로 상동 염색체 사이의 유전적 구성은 서로 다르다. 이러한 상동 염색체가 감수 1분열에서 무작위로 분리되어 생식세포로 들어가므로 유전자 구성이 다양해 진다.

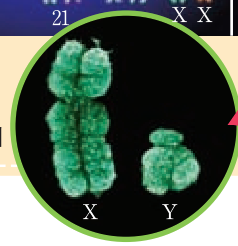
과학 자료실 — 사람의 염색체 구성

각 생물이 가진 염색체의 모양과 수는 생물의 종에 따라 다르다. 우리 몸을 구성하고 있는 세포들은 모두 하나의 수정란으로부터 체세포 분열을 통해 만들어졌으며, 모두 46개의 염색체를 갖고 있다. 이 46개의 염색체를 자세히 관찰하면 모양과 크기가 같은 염색체가 쌍으로 존재하는데, 이를 **상동 염색체**라고 한다.

상동 염색체 중에서 남자와 여자에 공통으로 존재하는 22쌍의 염색체를 **상염색체**라고 하며, 성을 결정하는 X와 Y 염색체를 **성염색체**라고 한다. 남자는 22쌍의 상염색체와 성염색체 X와 Y를 가지며, 여자는 22쌍의 상염색체와 성염색체 X를 두 개 가진다.



사람의 염색체



남자의 성염색체

자기 주도 학습

개념 확인하기

❶ 특정 형질을 결정하는 유전적 요소를 무엇이라고 하는가?

❷ 체세포의 염색체 수가 46개인 생물에서 체세포 분열과 생식세포 분열 결과 만들어진 딸세포에는 각각 몇 개의 염색체가 들어 있는가?

과학과 생활 연관 짓기

한 부모로부터 태어난 자녀라도 모습이 서로 다르다. 그 이유를 생식세포 분열과 관련지어 설명해 보자.

2

중단원 미리 보기

생식과 사람의 발생



만손초

만손초는 잎 가장자리에 어린 개체가 만들어지는데, 어린 개체에서 뿌리가 나면 잎에서 떨어져 새로운 만손초로 자라게 된다. 이와 같은 생식 방법이 유리한 점은 무엇일까?

사람을 비롯한 많은 동물에서 자손이 만들어지기 위해서는 정자와 난자가 수정되어야 한다. 수정은 새로운 생명이 탄생하기 위한 첫걸음이며, 수정란은 자궁에 착상하여 태아로 자란다. 자손이 만들어지는 과정에서 수정은 어떤 의미가 있을까?

민들레 씨

주위에서 흔히 볼 수 있는 민들레는 씨에 흰 털이 있어 바람에 날려 멀리까지 퍼질 수 있다. 민들레 씨는 어떻게 만들어질까?





정자

수많은 정자들이 머나먼 여정을 거쳐 난자가 있는 곳까지 힘들게 도착했지만, 그 중 하나만 난자로 들어가는 행운을 차지한다. 하나의 난자에 여러 마리의 정자가 수정되지 않는 이유는 무엇일까?

탯줄

태아와 모체는 탯줄로 서로 연결되어 있다. 탯줄은 모체와 태아 사이에 각종 물질이 이동하는 통로가 된다. 출산 후 탯줄을 자르는데, 그 흔적은 무엇으로 남을까?



2-1 생식의 종류



학습 목표

- 무성 생식과 유성 생식의 차이점을 설명할 수 있다.
- 무성 생식의 여러 가지 방법을 설명할 수 있다.
- 유성 생식 과정을 설명할 수 있다.

봄이 되면 큰가시고기의 수컷은 모래와 진흙을 파내고 나뭇잎과 수초로 산란 둥지를 만든다. 암컷이 둥지 안에 산란을 하면 수컷은 수정란이 부화할 때까지 산란장을 지킨다. 큰가시고기의 수컷은 자신보다 더 큰 물고기가 접근해도 도망가지 않고 날카로운 가시로 적극적인 공격을 한다. 수정란이 부화하여 새끼들이 나올 때가 되면 수컷은 몸이 무척 마르고 색상이 퇴색된 상태로 산란장 주변에서 죽는다. 큰가시고기의 수정란은 어떻게 만들어졌을까?

사람을 비롯한 대부분의 생물은 살아 있는 동안 다양한 방법으로 자신과 닮은 자손을 만들어 생명을 이어간다. 새로운 자손을 만드는 것을 **생식**이라고 하는데, 생물은 생식을 통해 종족을 유지한다. 이 같은 생식은 생물만이 가진 특징 중의 하나이다.

단세포 생물이나 하등한 동식물 중에는 암수 구별이 없는 것이 많다. 이 생물들은 생식세포를 만들지 않고 새로운 자손을 만드는데, 이를 **무성 생식**이라고 한다. 그러나 암수가 구별되는 대부분의 생물은 생식세포 분열을 통해 유전자 구성이 다양한 생식세포를 만든다. 그리고 암수의 생식세포가 결합하여 새로운 자손을 만드는데, 이를 **유성 생식**이라고 한다.

스스로 해결하기

아래 문장 중 틀린 곳에 밑줄을 긋고, 알맞게 고쳐 보자.

> 무성 생식은 모체의 일부가 분리되어 새로운 자손이 만들어지는 생식 방법으로서, 자손의 유전자 구성은 부모와 다르고 형질도 매우 다양하다.

____

____

____

무성 생식

무성 생식은 모체의 일부가 분리되어 새로운 자손이 만들어지는 과정이며, 이 과정에서 모체가 갖는 유전자가 아무런 변화 없이 그대로 자손에게 전달된다. 따라서 자손은 모체와 유전자 구성이 동일하다. 무성 생식에는 출아법, 분열법, 포자 생식, 영양 생식이 있다. 이러한 무성 생식은 많은 자손을 쉽게 퍼뜨릴 수 있는 장점이 있으나, 자손의 형질이 다양하지 않기 때문에 환경이 급격하게 변하면 생존에 매우 불리하여 멸종될 가능성이 있다.

효모는 단세포 생물로서 무성 생식을 통해 번식한다. 효모를 관찰하여 무성 생식이 어떻게 이루어지는지 살펴보자.



개구리밥_ 가을이 되면 모체에서 생긴 겨울눈이 물속에 가라앉아 있다가 봄에 물위로 떠서 무성 생식으로 번식한다.

탐구 활동 | 효모의 출아 | 관찰

목·표

효모의 출아를 관찰함으로써 무성 생식의 특징을 설명할 수 있다.

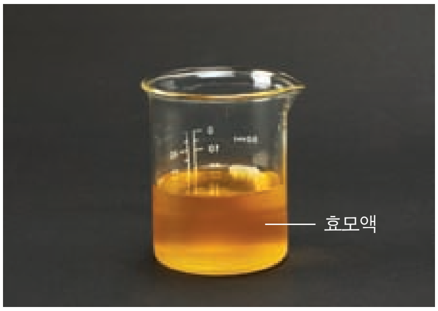
준·비·물

효모액, 0.5 % 메틸렌 블루 용액, 받침 유리, 덮개 유리, 현미경, 비커, 거름종이, 스포이트, 실험용 장갑

유·의·점

1. 효모액 준비: 건조 효모 1 g을 증류수 10 mL에 넣고, 약간의 포도당이나 설탕을 넣어 준다.
2. 효모액 대신 생막걸리를 증류수로 5~10배 희석하여 사용해도 된다.

과정



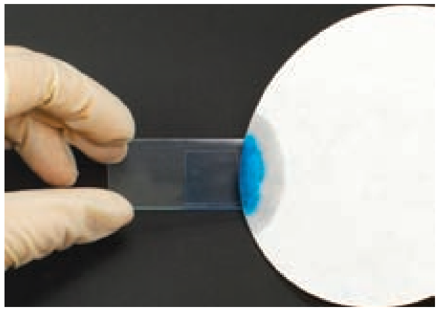
❶ 효모액을 약 30 ℃ 되는 곳에 10분 동안 놓아둔다.



❷ 받침 유리 위에 효모액을 스포이트로 한 방울 떨어뜨린다.



❸ 0.5 % 메틸렌 블루 용액을 한 방울 떨어뜨리고 덮개 유리를 덮는다.



❹ 거름종이로 여분의 용액을 흡수한 다음, 현미경으로 관찰한다.

결과

관찰한 효모를 그린 다음, 효모의 특징을 설명해 보자.

(×　　　)

특징 :

해석 　창의 · 인성

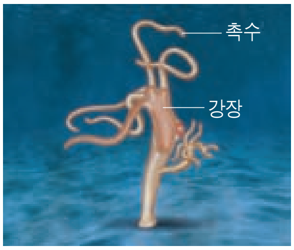
1 효모의 번식 방법에는 어떤 특징이 있는가?

2 모세포와 출아 결과로 만들어진 딸세포의 공통점과 차이점을 설명해 보자.

무성 생식의 종류

출아법

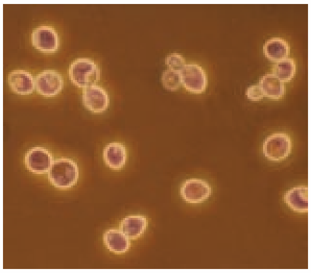
강장동물
주로 바다에 살며 말미잘, 히드라, 산호와 같이 고착 생활을 하는 것과 해파리와 같이 유영 생활을 하는 것이 있다. 몸 안쪽의 빈 공간을 강장이라고 한다.



히드라

효모는 혹처럼 돌출한 부분이 생기는데, 이 돌출된 부분이 떨어져 나와 새로운 효모로 발생한다. 효모 외에도 히드라나 말미잘과 같은 강장동물은 몸의 일부가 마치 싹처럼 돋아난 후 분리되어 새로운 개체로 자라는데, 이러한 번식 방법을 **출아법**이라고 한다.

효모는 술을 만드는 발효에 많이 이용되며, 막걸리나 포도 껍질 등에서도 관찰할 수 있다.


효모(×200)


히드라


말미잘

▲ 출아법으로 번식하는 생물

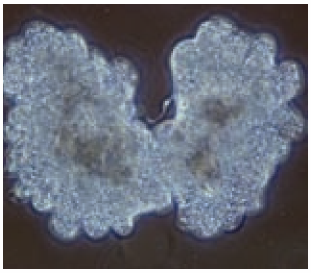
분열법

대장균의 분열 속도
단세포 생물인 세균은 환경 조건과 영양소와 같은 외부 조건에 따라 분열 속도가 달라진다. 대장균의 경우 당과 무기 염류가 풍부하면 20분마다 한 번씩 분열한다. 그러나 외부 조건이 나빠지면 대장균의 분열 속도가 느려지거나 분열이 중지된다.

대장균과 같은 단세포 생물은 어느 정도 자라면 분열하여 두 개의 세포로 되며, 각 세포가 하나의 개체가 된다. 단세포 생물이 체세포 분열로 개체 수를 늘려 가는 생식 방법을 **분열법**이라고 한다. 대장균 외에 짚신벌레나 아메바와 같은 단세포 생물도 분열법으로 번식한다.


대장균(×8,000)


짚신벌레(×400)


아메바(×600)

▲ 분열법으로 번식하는 생물

잠깐 체크 분열법과 출아법의 차이는 무엇일까?

포자 생식

꽃이 피지 않는 고사리나 이끼 등은 씨앗을 만들지 못하는 대신 포자를 만들어 번식하는데, 이러한 생식 방법을 **포자 생식**이라고 한다. 포자는 공기나 토양, 물속 등에 널리 퍼져 있다가 온도, 양분, 수분 등의 생활 조건이 적당하면 싹이 터서 새로운 개체로 자라난다. 고사리나 이끼뿐만 아니라 곰팡이와 버섯도 포자 생식으로 번식한다.


고사리


검은빵곰팡이


방귀버섯

⊙ 포자로 번식하는 생물

곰팡이의 포자
곰팡이는 균사(팡이실)로 살아가는데, 균사가 조금씩 뻗어 나가는 것은 곰팡이가 생장한다는 증거이다. 그런데 곰팡이가 살아가는 영역을 넓히는 더 효율적인 방법은 포자를 만들어 번식하는 것이다. 검은빵곰팡이, 푸른곰팡이 등 우리가 알고 있는 곰팡이의 색깔은 대체로 이들 포자의 색깔이다.

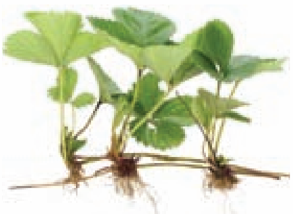

푸른곰팡이

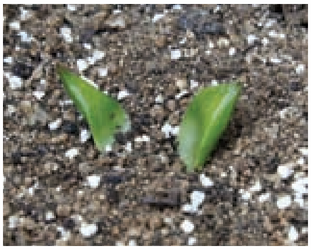
영양 생식

꽃이 피는 식물은 생식 기관인 꽃에서 씨앗을 만들어 번식하지만, 영양 기관인 잎, 줄기, 뿌리만으로도 번식하는 경우가 있다. 이와 같이 영양 기관의 일부가 모체에서 분리되어 새로운 개체로 자라는 생식 방법을 **영양 생식**이라고 한다.

딸기는 모체에서 뻗어 나온 줄기의 마디 부분이 땅에 닿으면 눈이 생겨 새로운 딸기로 번식한다. 대나무의 줄기는 땅 위와 땅속으로 뻗어 나가는데, 땅속의 줄기에서 새로 핀 싹이 죽순이다.

이처럼 영양 생식은 많은 식물에서 자연적으로 나타난다. 영양 생식은 모체가 가진 특성을 자손에게 그대로 물려줄 수 있어서 농업이나 원예 분야에서 좋은 품종을 대량 번식시키는 데에도 많이 이용되고 있다.


⊙ 딸기의 기는 줄기


알로에의 잎꽂이


장미의 접붙이기


감자의 씨눈

⊙ 식물의 여러 가지 영양 생식

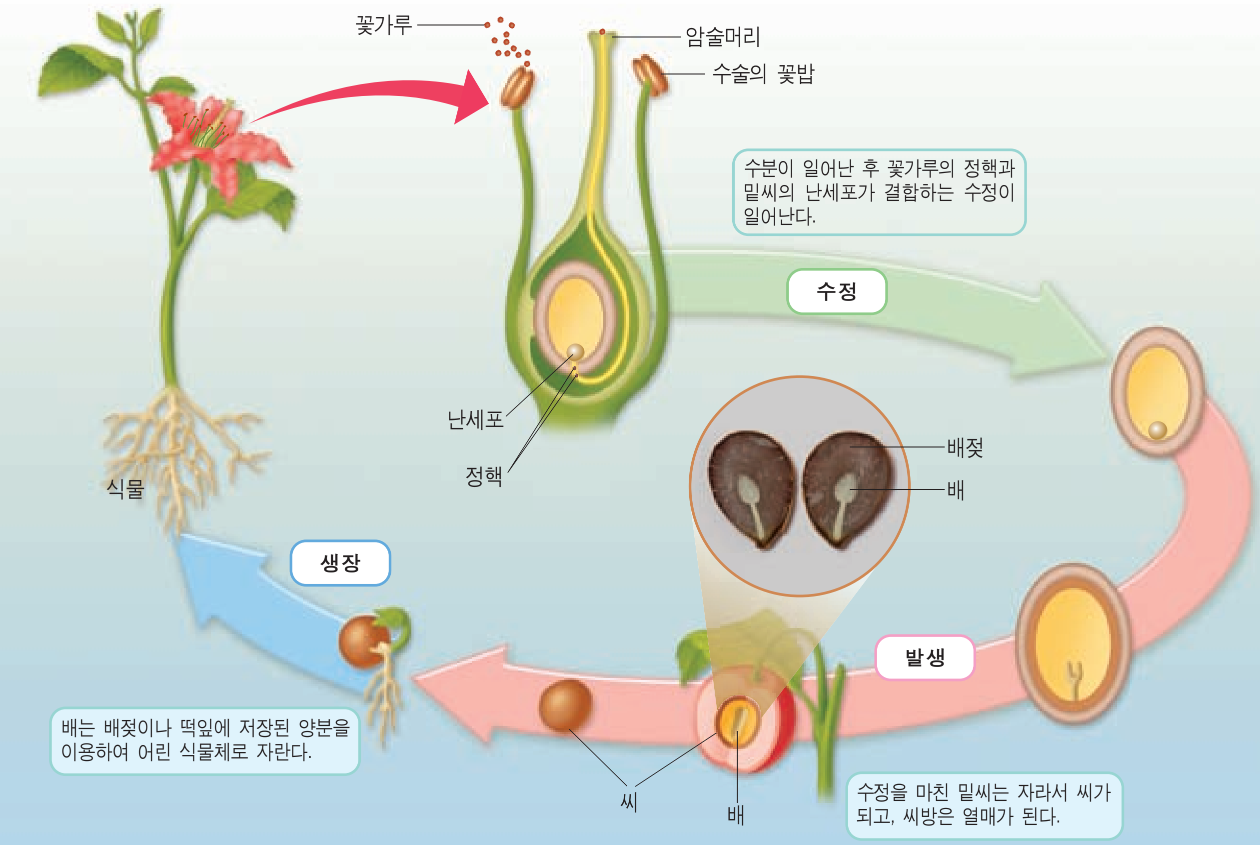
유성 생식

몸의 구조가 비교적 발달한 생물들은 암수 구분이 뚜렷하다. 이 생물들의 생식 기관에서는 생식세포 분열을 통해 생식세포가 만들어지는데, 암수의 생식세포는 뚜렷하게 구별된다. 유성 생식은 암수의 생식세포가 결합하여 자손을 만드는 생식 방법이다.

유성 생식을 하는 동물의 몸은 수많은 세포로 이루어져 있는데, 이들은 모두 수정란이라는 하나의 세포에서 생겨난 것이다. 수정란은 수컷의 정소에서 생성된 정자와 암컷의 난소에서 생성된 난자의 결합에 의해 만들어지는데, 체세포 분열을 통해 세포의 수를 늘린다. 이 세포들은 모양과 기능이 서로 다른 세포로 분화되어 생물을 구성하는 조직이나 기관을 형성하는데, 그중 일부는 생식 기관이 된다.

주변에서 볼 수 있는 속씨식물의 생식 기관은 꽃이다. 꽃에 있는 암술과 수술에서는 생식세포 분열이 일어나 각각 난세포와 꽃가루가 만들어진다. 꽃가루는 곤충이나 바람 등 다양한 매개체를 통해 암술로 이동한 다음 밑씨 속의 난세포와 수정된다. 수정 후 밑씨는 배와 배젖으로 이루어진 씨가 되고, 씨방 등은 열매로 발달한다. 씨는 적당한 조건이 되면 싹을 틔워 자라는데, 배는 어린 식물로 자라고 배젖은 배가 자랄 때 필요한 양분으로 이용된다.

그림 Ⅳ-8 속씨식물의 수정과 발생



무성 생식과 유성 생식 모두 다음 세대로 유전자가 전달되지만, 유전자가 전달되는 방식에서는 차이가 난다. 무성 생식은 암수의 생식세포가 결합하는 과정 없이 자신과 동일한 자손을 만들기 때문에 모체와 자손의 유전자 구성이 같다.

반면, 유성 생식은 부모 양쪽으로부터 유전자를 물려받기 때문에 자손은 부모와 유전자 구성이 다르며, 같은 부모에서 태어난 자손이라도 모두 다른 특징을 나타낸다. 이처럼 유성 생식은 다양한 형질을 가진 자손이 만들어질 수 있기 때문에 무성 생식보다 환경 변화에 적응하는 데 유리하다.

스스로 해결하기

유성 생식은 (　　　) 분열을 통해 만들어진 암수의 생식세포가 결합하여 자손을 만드는 생식 방법으로서, (　　　) 구성이 부모와 다르다.

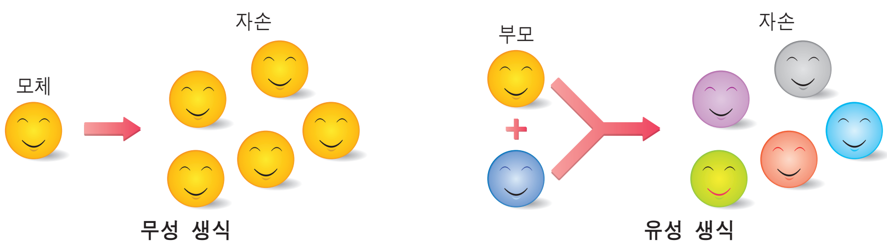


그림 Ⅳ-9 무성 생식과 유성 생식의 차이점

과학 자료실 식물의 조직 배양

조직 배양이란 식물의 기관이나 조직 또는 세포를 분리하여 적당한 환경 조건과 무균 상태에서 배양한 다음, 완전한 기능을 갖는 식물체로 키우는 기술을 말한다. 예를 들어 식물 세포를 영양 물질이 포함된 배지에서 배양하면 세포 분열이 일어나 캘러스라는 세포 덩어리가 만들어진다. 그리고 이 캘러스를 여러 호르몬이 들어 있는 배지에 옮기면 뿌리나 줄기가 나오면서 새로운 식물체로 자란다.

조직 배양에 이용되는 부위는 잎, 줄기, 뿌리, 꽃가루 등 다양하다. 오늘날에는 조직 배양 기술로 난을 비롯하여 희귀한 식물을 대량으로 증식시키고 있다. 조직 배양의 가장 큰 장점은 유전적으로 똑같은 개체를 단기간에 대량으로 번식시킬 수 있다는 것이다.



조직 배양

자기 주도 학습

개념 확인하기

농업에서 감자를 재배할 때나 원예 작물을 재배할 때 영양 생식을 이용하는 이유를 설명해 보자.

과학과 생활 연관 짓기

유성 생식을 통해 만들어진 자손은 부모와 형질이 다르며, 형제 사이에서도 형질이 다르다. 이러한 차이가 나타나는 이유를 생식세포 분열과 수정 과정을 통해 설명해 보자.

2-2 사람의 생식 기관



학습 목표

- 남자와 여자의 생식 기관을 설명할 수 있다.
- 여자의 생식 주기가 조절되는 과정을 설명할 수 있다.
- 정자와 난자의 구조를 설명할 수 있다.

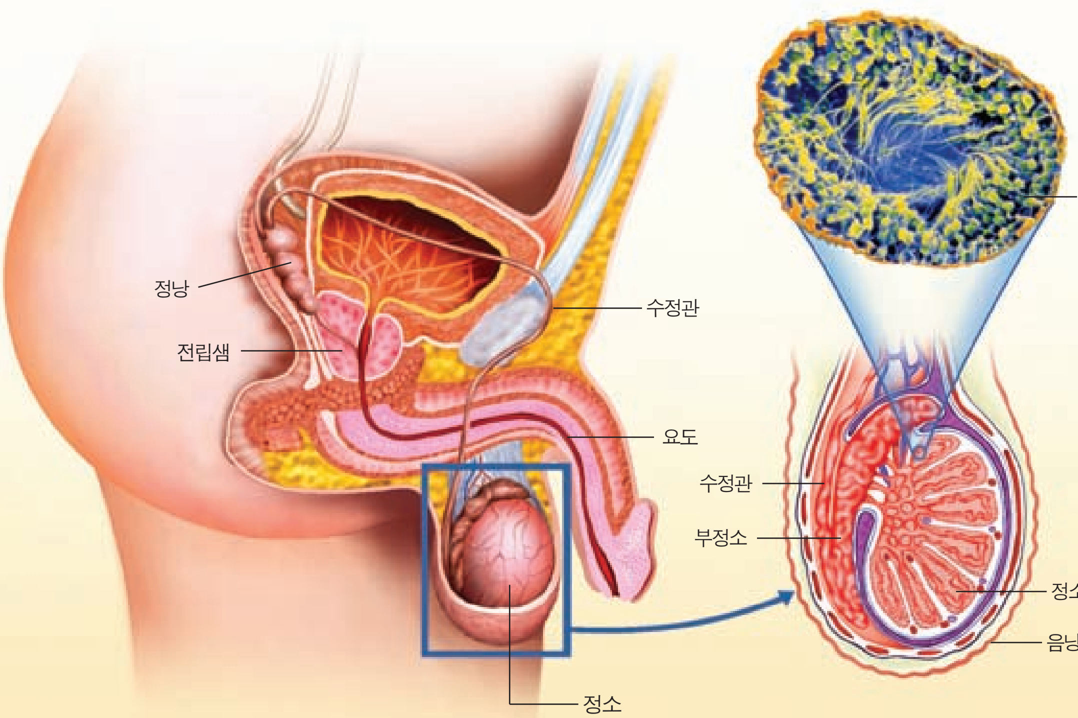
남녀의 생식 기관은 태어날 때 이미 만들어져 있지만 사춘기 이전까지는 완전하게 성숙되어 있지 않다. 그러나 사춘기가 되면 성호르몬이 분비되어 남녀의 신체가 두드러지게 변화하는 2차 성징이 나타난다. 특히 이 시기에는 남녀의 생식 기관이 발달하여 정자와 난자 같은 생식세포를 만들 수 있게 된다.

다른 동물과 마찬가지로 사람도 정자와 난자의 수정을 통해 자손을 만든다. 우리 몸의 어디에서, 그리고 어떤 과정으로 정자와 난자가 만들어질까?

남자의 생식 기관

남자의 생식 기관은 정소, 부정소, 수정관, 정낭, 전립샘 등으로 이루어져 있다. 정소는 음낭에 싸여 밖으로 나와 있으며, 정자와 남성 호르몬을 만든다.

그림 Ⅳ-10 남자의 생식 기관



정소에서 만들어진 정자는 부정소에서 성숙하면서 운동 능력을 갖게 되고, 수정관을 따라 이동할 때 정낭과 전립샘에서 분비되는 물질과 요도에서 합쳐져 정액을 형성한다. 수정관은 요도와 연결되므로 정액은 수정관을 지나 요도를 통해 몸 밖으로 나온다.

정액의 성분
정액의 5 %만이 정자이며, 나머지 95 %는 정낭과 전립샘 등의 부속샘에서 분비된 물질이다.

여자의 생식 기관

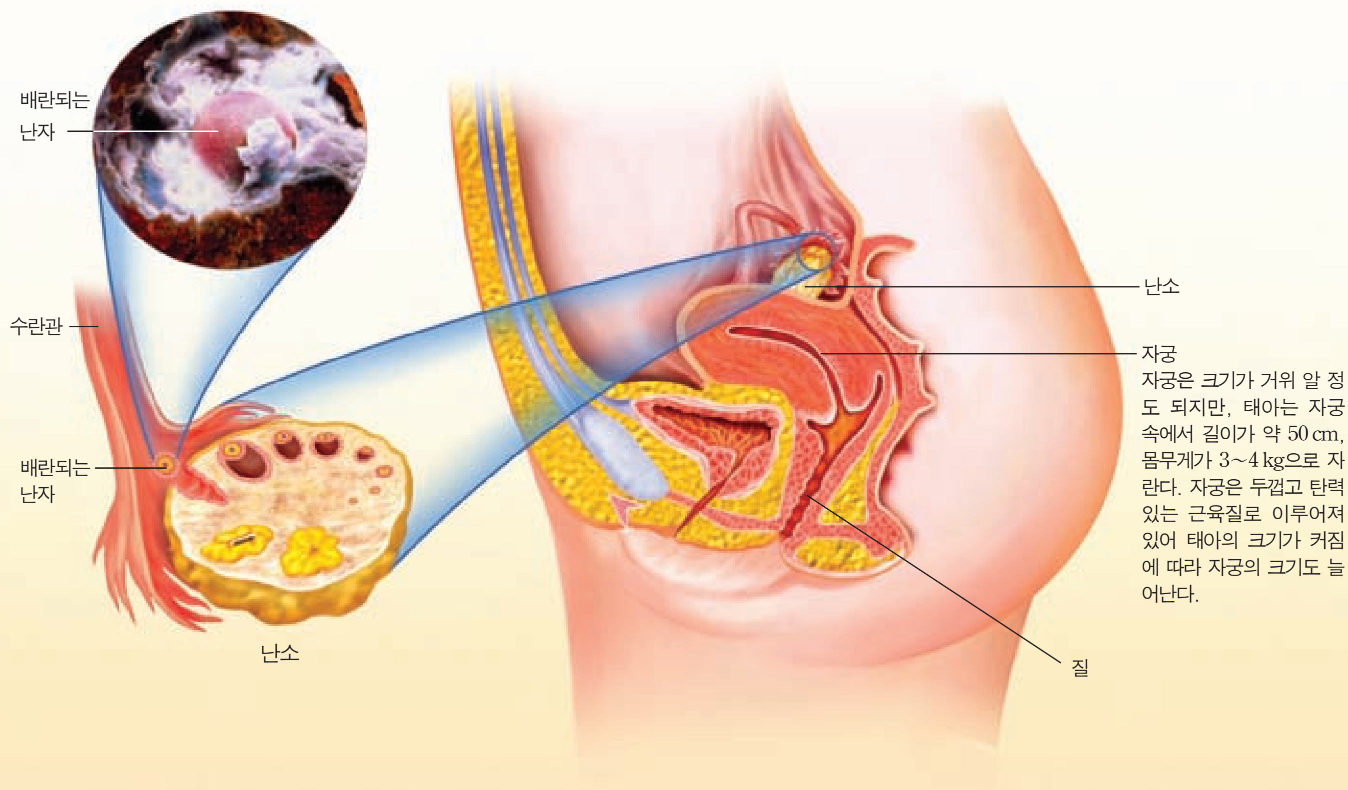
여자의 생식 기관은 난소, 수란관, 자궁, 질 등으로 구성되어 있다. 난소에서는 난자와 여성 호르몬을 만든다. 사춘기 이후 약 28일을 주기로 양쪽 난소는 번갈아 가며 한 개의 난자를 성숙시켜 배출하는데, 이를 **배란**이라고 한다. 배란된 난자는 수란관에서 정자를 만나 수정이 이루어진다.

수정란은 수란관을 따라 이동하여 자궁에서 태아로 자란다. 질은 몸 밖으로 연결되기 때문에 자궁으로 정자가 들어오고 태아가 모체의 몸 바깥으로 나가는 통로가 된다.

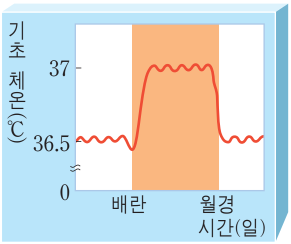
스스로 해결하기
성숙한 난자가 난소에서 배출되는 것을 (   )(이)라고 한다.

잠깐 체크 우리 몸에서 정자와 난자가 생성되는 곳은 각각 어디인가?

그림 Ⅳ-11 여자의 생식 기관



여성의 기초 체온 변화
잠에서 깨어나 활동을 하기 전에 누운 채로 측정한 체온을 기초 체온이라고 한다.

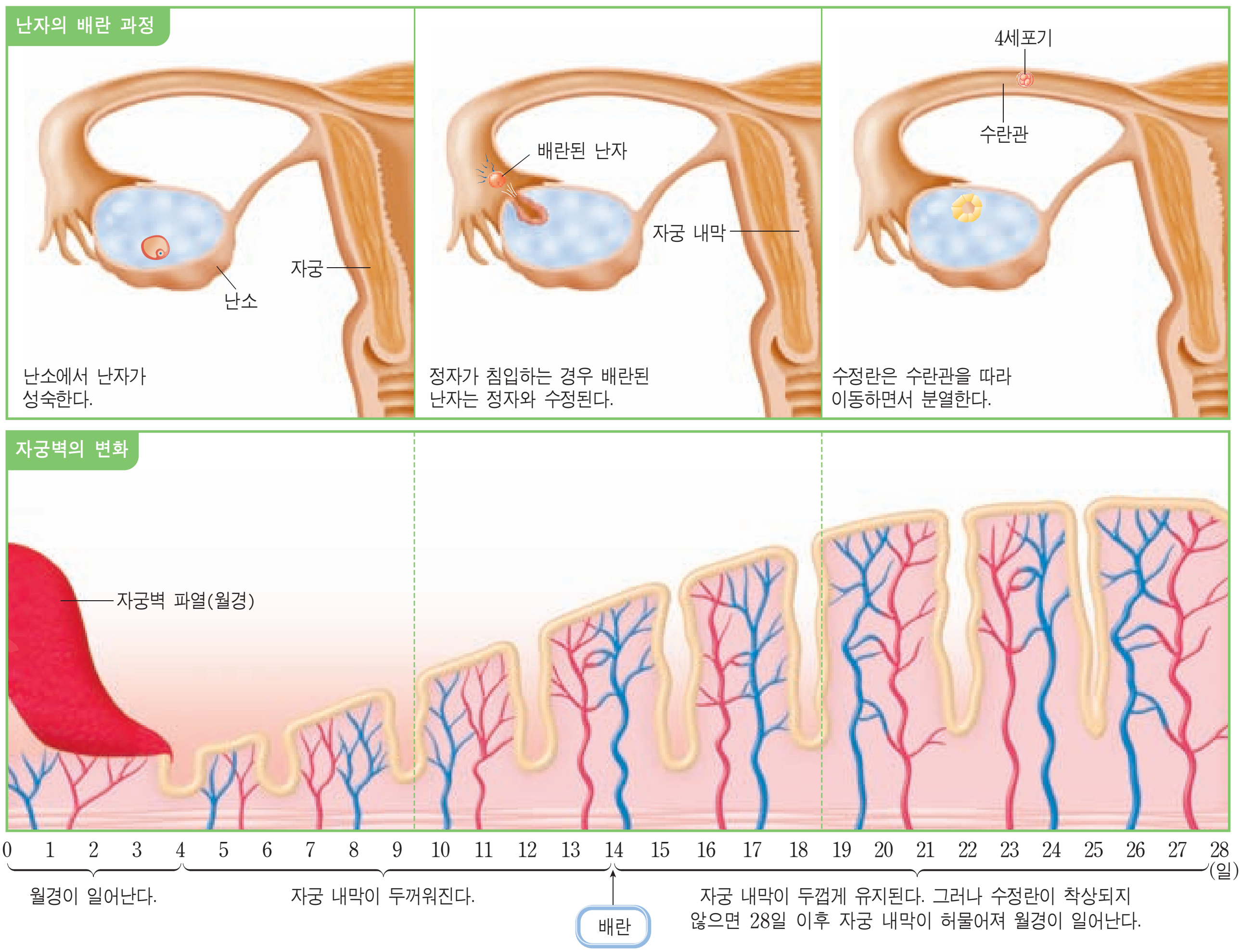


여자의 몸에서 난자가 성숙되어 배란이 일어날 무렵에는 태아가 자라게 될 자궁 벽도 두꺼워져야 한다. 난자의 성숙과 자궁 내막의 발달은 호르몬의 영향을 받아 이루어진다. 이때 배란된 난자가 정자와 수정되지 않으면 두꺼워진 자궁 내막은 허물어져 혈액과 함께 질을 통해 몸 밖으로 배출되는데, 이러한 현상을 **월경**이라고 한다.

여자의 몸에서는 배란과 월경이 주기적으로 일어나는데, 이러한 주기적인 변화를 **생식 주기**라고 한다. 보통 여성의 생식 주기는 28일이지만, 개인에 따라 조금씩 차이가 있다. 또한 배란이 되면 기초 체온이 올라갔다가 월경이 시작되면 다시 내려간다.

청소년기의 여학생은 충분한 영양 섭취를 통해 정상 체중을 유지해야 생식 주기가 정상적으로 조절된다. 그런데 무리하게 식사량을 줄이거나 과도한 스트레스를 받게 되면 호르몬 분비의 이상으로 월경 불순 등을 초래할 수 있다.

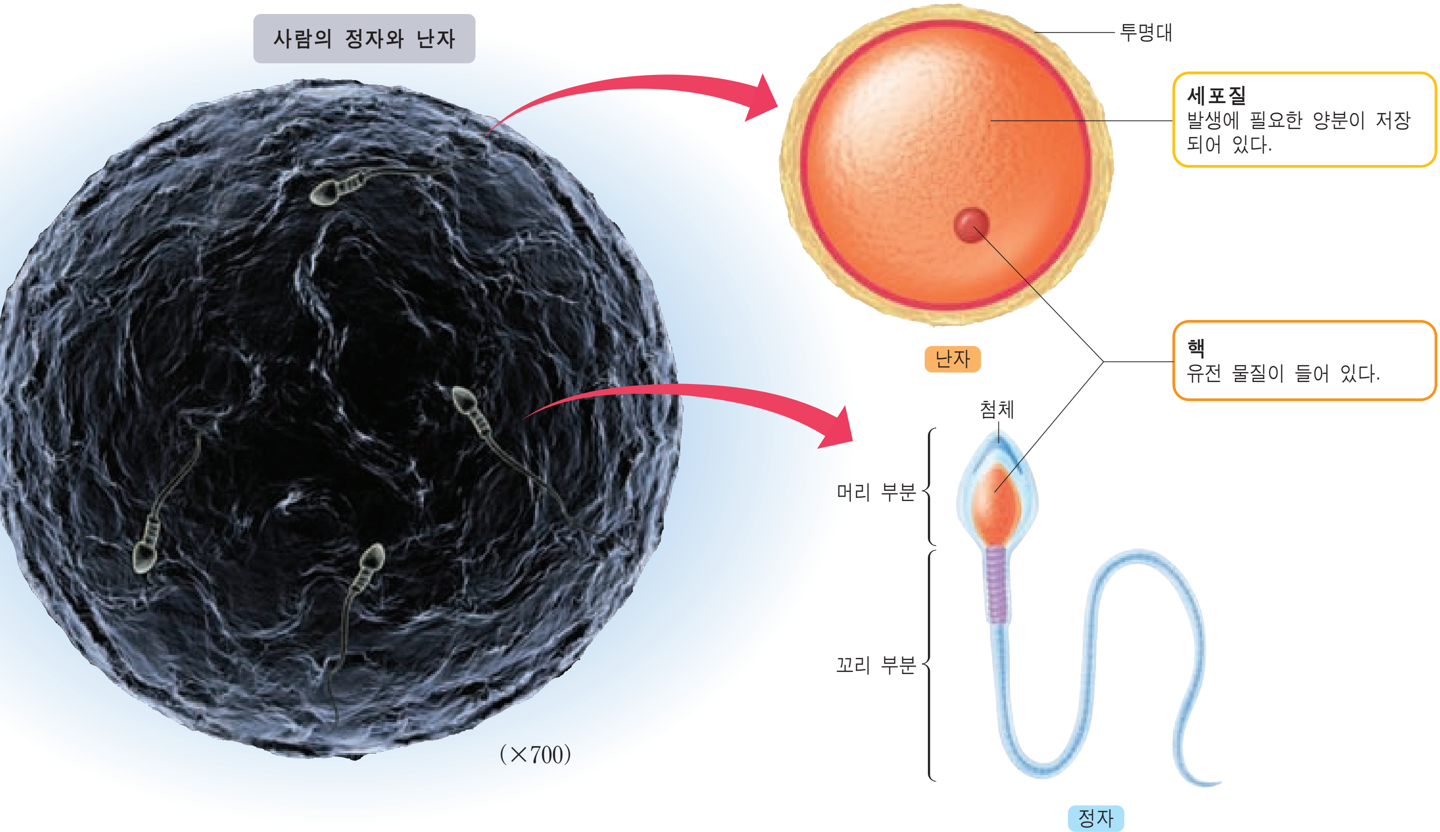
그림 Ⅳ-12 생식 주기에 따른 배란 과정과 자궁 내막의 변화



정자와 난자의 구조

정자는 머리와 꼬리 부분으로 이루어져 있으며, 꼬리에 의해 스스로 움직일 수 있다. 머리에는 유전 물질이 들어 있는 핵이 존재하며, 핵 앞쪽에는 첨체가 있다. 첨체에 들어 있는 물질들을 정자가 난자 속으로 들어갈 수 있게 도와준다. 꼬리는 정자의 운동을 담당하는 기관으로, 꼬리 윗부분에는 정자가 운동하는 데 필요한 에너지를 만드는 미토콘드리아가 들어 있다.

난자는 수정 후 발생 과정에 필요한 각종 양분을 세포질에 포함하고 있기 때문에 정자보다 1,000배 이상 크다. 그러나 난자는 정자와는 달리 운동 기관이 없어 스스로 움직일 수 없다.



⊙ 그림 Ⅳ-13 정자와 난자의 구조와 기능

자기 주도 학습

개념 확인하기

❶ 정자가 운동 능력을 갖추게 되는 곳은 어디인가?

❷ 정자에 비해 난자가 큰 이유는 무엇인가?

과학과 생활 연관 짓기

초경은 여자가 처음 시작하는 월경을 말하며, 매년 10월 20일은 대한 산부인과 의사회에서 제정한 '초경의 날'이다. 초경의 날을 제정한 의의와 그 중요성에 대하여 조사해 보자.

2-3 사람의 발생



학습 목표

- 정자와 난자의 수정 과정을 설명할 수 있다.
- 수정란이 태아로 발생하는 과정을 설명할 수 있다.
- 출산 과정을 이해하고 생명의 소중함을 깨우칠 수 있다.

성인이 되면 배우자를 찾아 가정을 꾸리게 된다. 그리고 부부의 사랑은 새로운 생명이라는 결실을 맺는다.

새 생명은 모체의 자궁 속에서 어떤 과정을 거쳐 만들어지는 것일까?

수정과 임신

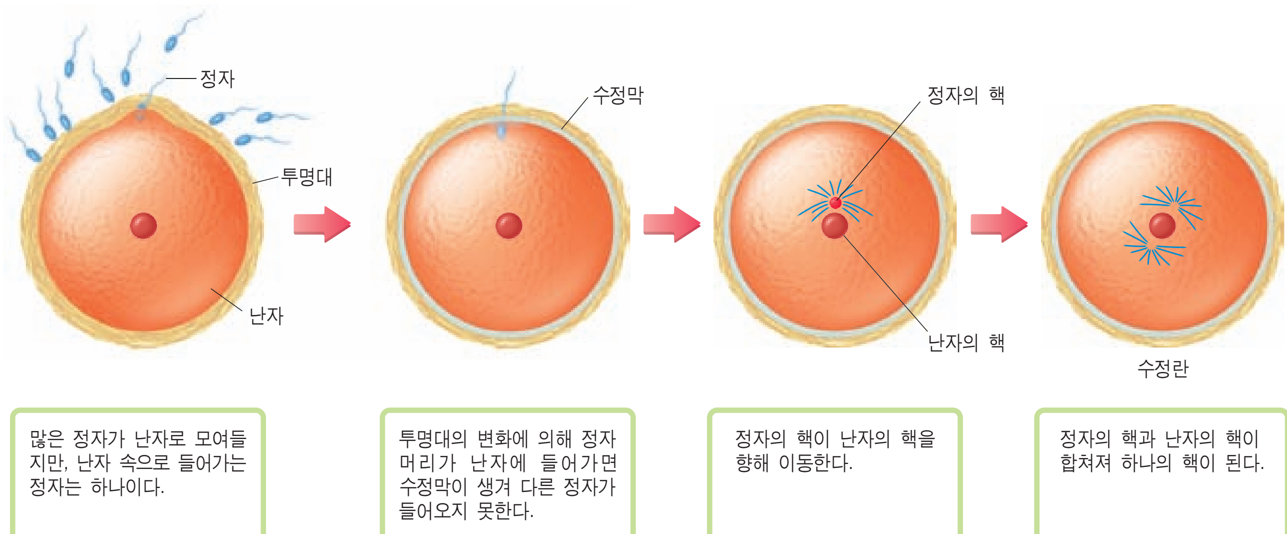
수정은 정자와 난자가 서로 만나서 새로운 생명이 탄생하는 첫 단계이다. 난소에서 배란된 난자는 수란관으로 들어오고, 여성의 질 속으로 들어온 정자는 자궁을 거쳐 **수란관 상단부**까지 이동한다. 그리고 배란된 난자가 있을 경우 수정이 이루어진다.

수많은 정자들이 난자가 있는 곳까지 도달하지만, 오직 하나의 정자만 난자와 수정할 수 있다. 그 이유는 하나의 정자가 난자에 수정되면 난자의 세포질 표면에 있는 효소가 방출되어 난자의 투명대 성분을 변화시켜 수정막이 형성되는데, 이 수정막이 다른 정자가 들어오지 못하도록 막아주기 때문이다. 이처럼 난자 속으로 들어온 정자의 핵과 난자의 핵이 합쳐져 부모와 같은 염색체 수를 가진 **수정란**이 만들어진다.

정자의 머나먼 여행
정자는 여자의 몸 안으로 들어온 후 수란관 상단부까지 18~20 cm를 이동하는데, 사람으로 비유했을 때 정자가 이동하는 거리는 5~6 km에 이른다.

잠깐 체크 정자가 난자와 만나 수정이 일어나는 곳은 어디인가?

그림 Ⅳ-14 정자와 난자의 수정 과정



수정란이 하나의 개체로 발달하는 과정을 **발생**이라고 한다. 수정란은 수란관을 따라 자궁으로 이동하면서 빠르게 세포 분열을 거듭하는데, 이를 **난할**이라고 한다. 난할 결과 만들어진 세포들을 **할구**라고 하며, 각각의 할구가 갖는 염색체 수는 수정란의 염색체 수와 같다. 그러나 할구는 생장하는 시기가 없이 계속해서 분열하므로 난할이 거듭될수록 할구의 크기는 작아진다.

수정란이 자궁에 도달할 무렵이면 세포 덩어리는 속이 빈 공 모양의 포배로 발달하여 자궁의 안쪽 벽에 파묻히는데, 이를 **착상**이라고 한다. 착상은 수정 후 5~7일 무렵에 일어나며, 착상이 일어난 이후를 **임신**이라고 한다. 수정란이 착상되면 매우 빠른 속도로 세포 분열을 하면서 신체를 구성하는 여러 조직과 기관을 만들기 시작한다. 이처럼 발생 과정을 통해 세포 수가 증가하고, 세포가 다양한 종류로 분화하여 여러 종류의 기관이 만들어진다.

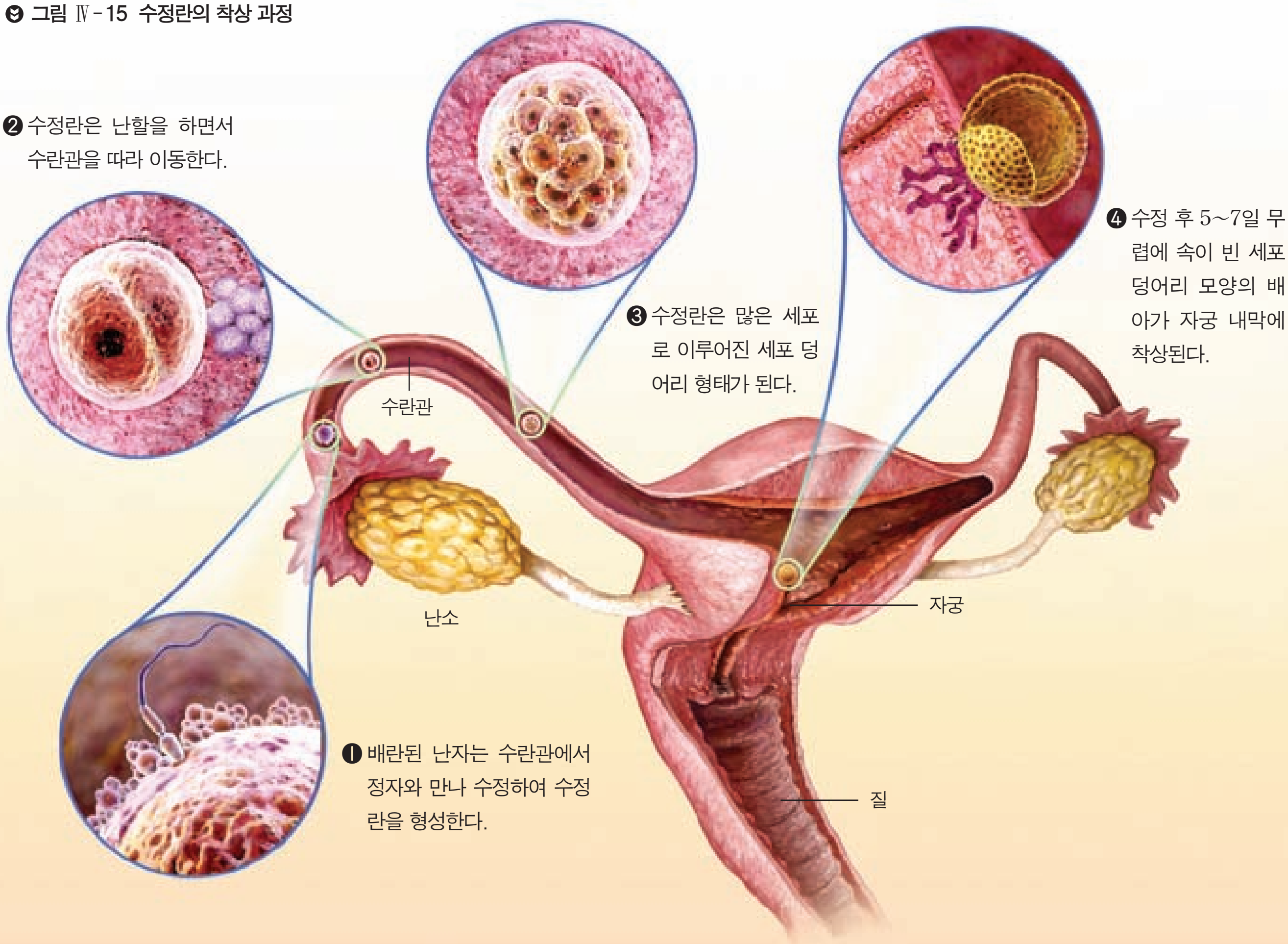
임신 진단 기구



임신 초기에 여자의 태반에서 특정 호르몬이 분비되는데, 이 호르몬의 일부가 소변을 통해 배설된다. 이 때 임신 진단 기구로 소변을 검사하면 임신 여부를 알 수 있다.

잠깐 체크 사람의 경우 착상이 일어날 때 각 할구가 갖는 염색체 수는 몇 개인가?

그림 Ⅳ-15 수정란의 착상 과정



임신 증상

임신을 하면 호르몬에 의해 여러 가지 신체 변화가 나타난다.

- 월경이 일어나지 않는다.
- 난소에서 난자의 성숙과 배란이 일어나지 않는다.
- 기초 체온이 약 0.5℃ 상승한다.
- 쉽게 피곤해지고, 소변이 자주 마렵다.
- 유방이 단단해지거나 입덧이 나타날 수 있다.

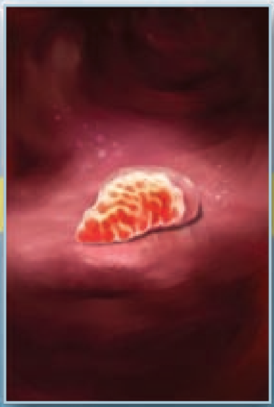
태아의 발생

정자와 난자가 수정된 후 2주가 지나면 중추 신경이 형성되기 시작하고, 3주가 지나면 심장이 형성되기 시작한다. 외부 생식기는 7주가 지나면서 형성되기 시작하는데, 다른 기관에 비해 형성되는 시기가 늦다.

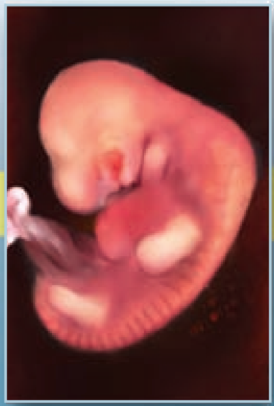
수정 후 8주까지의 세포 덩어리를 **배아**라고 하며, 수정 후 9주부터는 아직 완벽하지는 않지만 사람의 모습을 갖추고 있기 때문에 **태아**라고 부른다. 배아기에 형성된 여러 기관들은 태아기에 계속 성장하면서 기능을 갖게 된다.

수정 후 14주가 되면 손가락과 발가락의 형태도 갖추게 된다. 또한 이 시기에는 외부 생식기가 발달하여 성별 구분이 가능해진다. 수정 후 20주가 되면 태아는 작은 사람의 모습으로 되지만, 아직 뇌와 폐의 기능은 완성되지 않은 상태이다. 태아기 동안 각 기관들은 기능을 갖기 시작하며, 기관계를 형성하고 빠르게 생장한다.

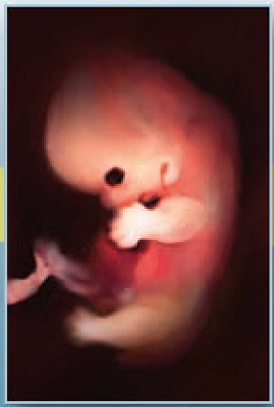
그림 Ⅳ-16 태아의 발생 과정



수정 후 2주
크기는 0.2 mm 정도이고, 중추 신경이 형성되기 시작한다.



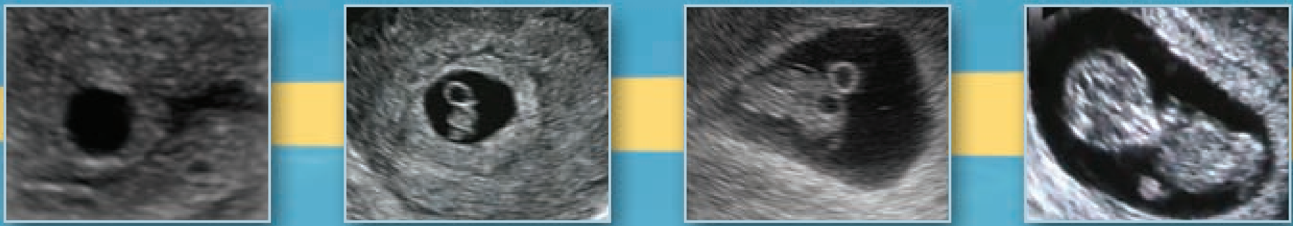
수정 후 4주
길이는 5 mm 정도이고, 눈과 귀, 손과 발이 형성되기 시작하며, 눈에 색소가 형성된다.



수정 후 6주
길이는 1.6 cm 정도이고, 뇌가 발달하며, 뼈대의 중심부가 이루어진다.

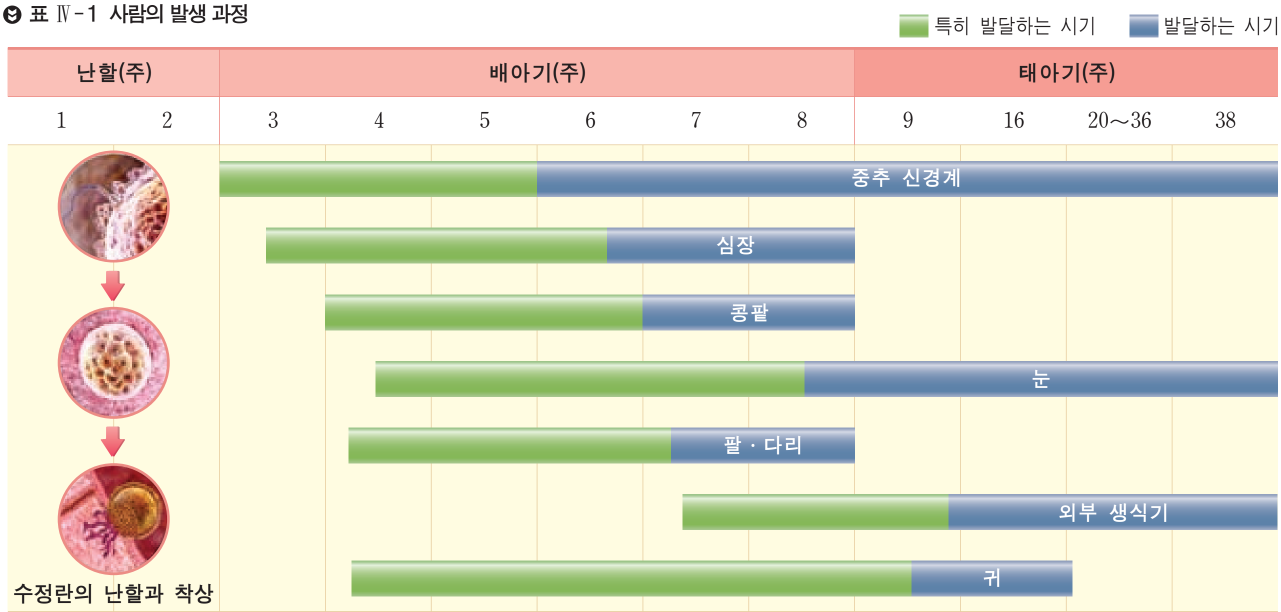


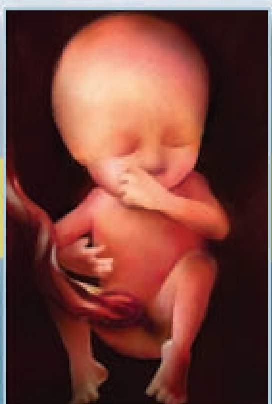
수정 후 8주
길이는 3.1 cm 정도이고, 뇌와 심장, 콩팥, 간, 소화 기관, 탯줄 등의 기관이 형태를 갖추고 활동을 하기 시작한다. 또 자발적으로 움직이고 턱이 생기며, 눈꺼풀이 눈을 덮는다.



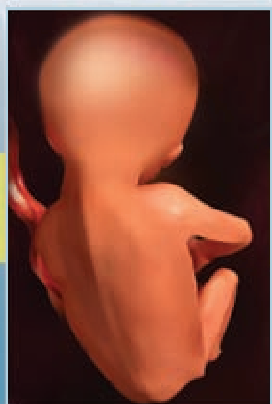
태아의 초음파 사진

표 Ⅳ-1 사람의 발생 과정





수정 후 10주
길이는 5~6 cm이고, 턱과 코 등 아기 얼굴의 윤곽이 점차 뚜렷해진다.



수정 후 14주
길이는 11.6 cm 정도이고, 손톱과 발톱도 만들어지기 시작하며, 외부 생식기가 발달하여 성별 구분이 가능해진다.



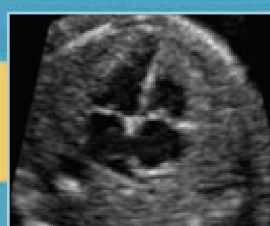
수정 후 20주
길이는 27.8 cm 정도이고, 몸과 팔다리가 확실하게 구분된다. 여자아이는 난소가 제대로 자리 잡고, 남자아이는 정소가 음낭 방향으로 이동하면서 성숙되어 간다.



수정 후 32주
길이는 45 cm 정도이며, 일주일에 1 cm 정도의 속도로 무럭무럭 자란다.

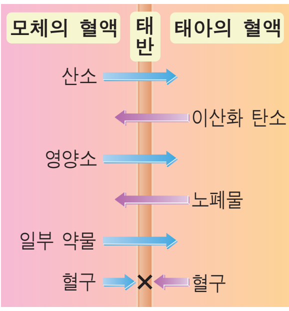








태반을 통한 물질 교환
태반에는 모체의 혈액이 가득 차 있으며, 이곳에 태아의 혈관이 퍼져 있다. 태아의 혈관과 모체의 혈액 사이에는 확산 현상에 의해 물질 교환이 일어난다. 그러나 태아와 모체의 혈관은 서로 연결되어 있지 않아 태아와 모체의 혈액이 직접 섞이는 일은 없다.



태아와 모체의 물질 교환

태아가 정상적으로 발생하기 위해서는 모체로부터 영양소와 산소 등 여러 가지 물질을 공급받아야 한다. 물질 교환을 하기 위해 수정란이 자궁에 착상되면 태아와 모체를 연결하는 **태반**이 형성되는데, 이 태반을 통해 태아와 모체 사이에 물질 교환이 일어난다.

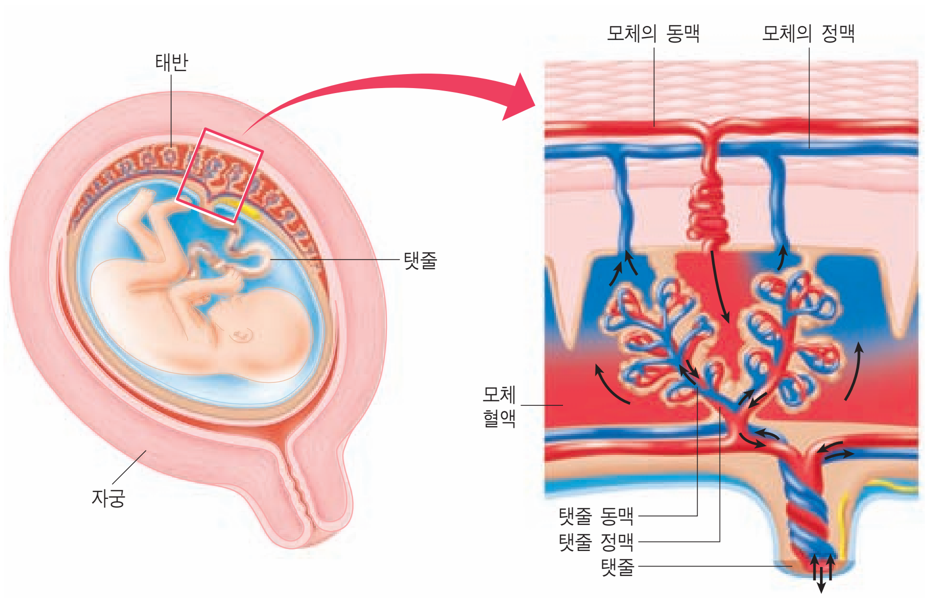


그림 Ⅳ-17 태아와 모체 사이의 물질 교환

태아로부터 길게 뻗어 나온 **탯줄**은 태반에 연결되어 있다. 탯줄을 흐르는 태아의 혈액이 태반을 지나면서 물질 교환이 일어난다. 모체가 섭취한 양분과 산소는 탯줄을 통해 태아에게 전달되고, 태아의 몸에서 생긴 노폐물과 이산화 탄소는 탯줄을 통해 모체로 전달된다. 출산 후에는 탯줄을 제거하는데, 탯줄을 자르고 난 뒤 남은 부위는 점점 말라 7～10일이 지나면 저절로 떨어져 배꼽으로 남게 된다.

태아는 태반을 통해 생명 활동에 필요한 물질뿐만 아니라 해로운 물질도 받을 수 있다. 즉, 임신부가 음주나 흡연, 약물 복용을 할 경우 기형아가 태어나거나 태아에게 심각한 피해를 줄 수 있다. 따라서 임신 중에는 술과 담배를 금하고, 의약품도 의사의 처방에 따라 꼭 필요할 때에만 복용해야 한다.



잠깐 체크 태아의 발생 과정에서 가장 먼저 형성되기 시작하는 기관은 무엇인가?

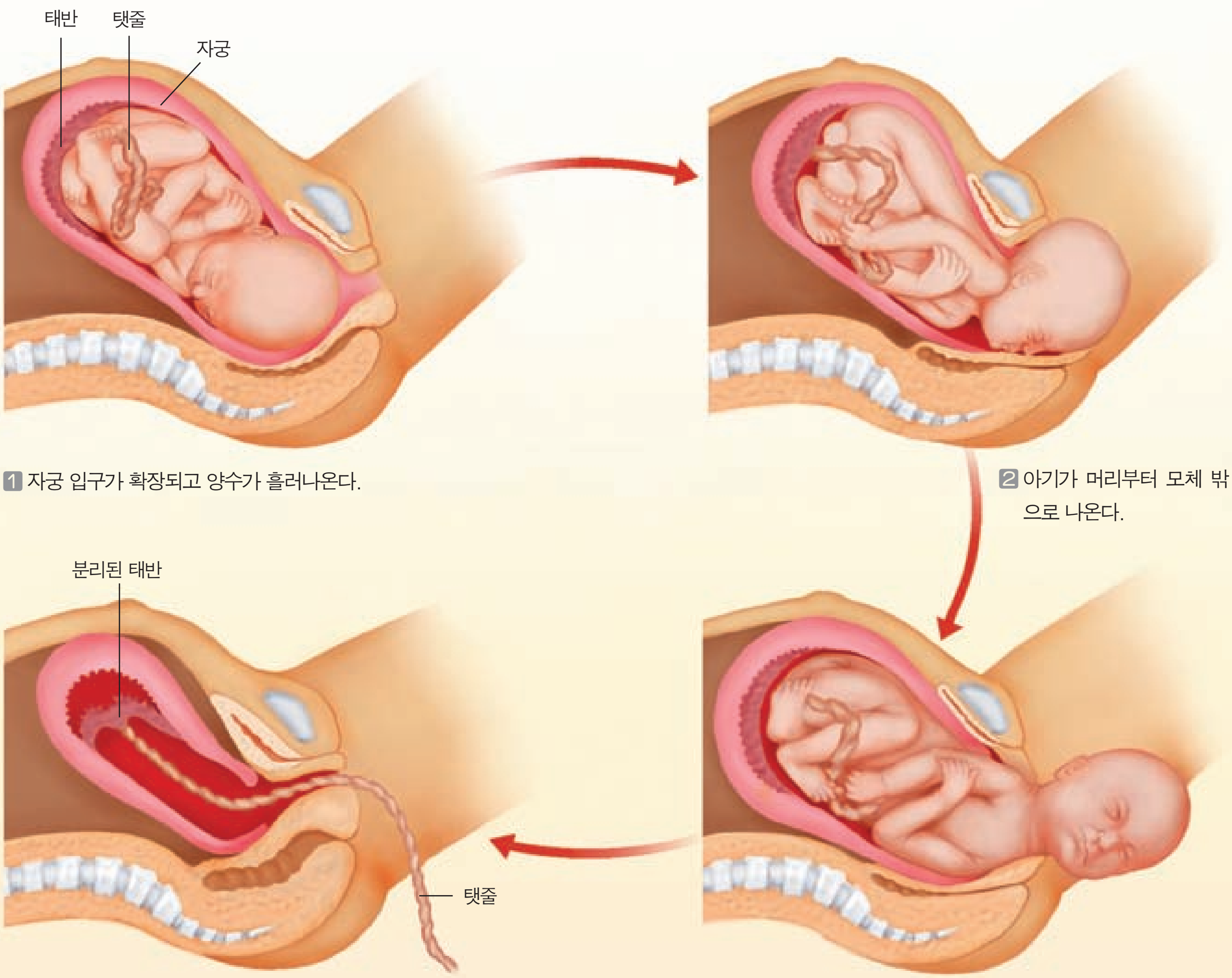
출산

태아는 모체로부터 필요한 물질을 공급받으며 발생하다가 수정 후 약 266일이 지나면 몸 밖으로 나오게 되는데, 이 과정을 **출산**이라고 한다. 출산이 시작되면 먼저 모체의 양막이 터지면서 양수가 흘러나오고 자궁 입구가 늘어난다. 이어서 태아는 머리부터 질을 통해 모체 밖으로 빠져나온다. 태아가 나온 후 태반의 일부와 탯줄이 모체 밖으로 빠져나오면 출산이 끝난다.

제대혈

제대혈(=탯줄피)은 분만 후 모체와 태아를 연결하는 탯줄에서 채취한 혈액을 말한다. 제대혈에는 조혈 모세포 등 줄기세포가 들어 있기 때문에 각종 난치병 치료에 이용할 수 있다.

그림 Ⅳ-18 출산 과정



1 자궁 입구가 확장되고 양수가 흘러나온다.

2 아기가 머리부터 모체 밖으로 나온다.

3 아기의 머리가 완전히 나오고 어깨가 나오기 시작한다.

4 태반 및 탯줄이 떨어져 나온다.

자기 주도 학습

개념 확인하기

태아의 중추 신경과 심장 그리고 팔다리가 만들어지는 시기는 각각 언제인가?

생활 속 문제 해결하기

흔히 임신의 첫 번째 징후로 입덧을 꼽는다. 입덧이 나타나기 전에 임신을 확인할 수 있는 방법에는 무엇이 있을까?

보충·심화

창의·인성 활동

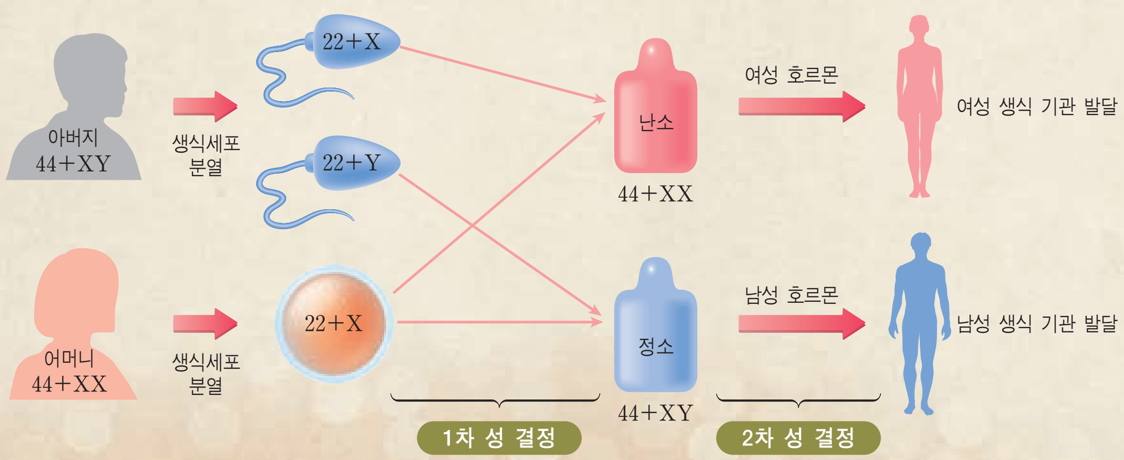
남자와 여자는 어떻게 결정되는 것일까?

부부가 아이를 갖게 되면 뱃속에 든 아이가 아들인지 딸인지 궁금해한다. 그런데 태아의 발생 과정에서 외부 생식기는 수정 후 7주가 지나서 형성되기 시작하며, 초음파를 통한 성별 구분은 14주 이후에나 가능하다. 도대체 엄마 뱃속에 든 태아의 성은 어떻게 결정되는 것일까?

태아의 성이 결정되는 과정은 크게 두 단계에 걸쳐 이루어진다. 1차 성 결정은 정소와 난소 같은 생식소가 결정되는 것을 말하며, 2차 성 결정은 생식소를 제외한 몸의 안쪽 및 바깥쪽에 생식 기관이 만들어지는 것을 말한다.

1차 성 결정은 유전자에 의해 결정된다. 정자는 X염색체를 가진 것과 Y염색체를 가진 것이 만들어지지만, 난자는 X염색체를 가진 한 종류만 만들어진다. 따라서 생식소는 정자와 난자가 수정될 때 난자가 어떤 성염색체를 가진 정자와 결합하는가에 따라 결정된다. 분화되지 않은 생식소는 태아의 성염색체 구성이 XX이면 난소로 발달하고, 성염색체 구성이 XY이면 정소로 발달한다.

2차 성 결정은 생식소에서 분비되는 호르몬에 의해 이루어진다. 에스트로젠이라는 여성 호르몬이 분비되면 자궁, 수란관, 질 등의 여성 생식 기관이 만들어진다. 반면, 테스토스테론이라는 남성 호르몬이 분비되면 부정소, 수정관, 음경 등의 남성 생식 기관이 만들어진다.



물음 성염색체 구성이 XY인 태아가 발생할 때 남성 호르몬이 제대로 분비되지 않으면 어떻게 될까?

STEAM 융합

탈리도마이드의 비극

1960년대에 세계를 놀라게 한 사건이 발생하였다. 그것은 탈리도마이드라는 약을 복용한 임신부의 상당수가 팔과 다리에 이상이 있는 기형아를 출산한 것이다. 탈리도마이드는 신경 안정제로서, 임신부의 심한 입덧을 완화하는 데 탁월한 효과가 있어서 당시에 인기가 많았다.

탈리도마이드의 부작용으로 전 세계적으로 1만여 명 이상의 기형아가 태어났는데, 특히 유럽에서만 8천 명 정도 되었다. 탈리도마이드에 의한 기형 중 가장 많은 유형은 팔과 다리가 짧거나 아예 없는 것이었다. 어떤 여성은 탈리도마이드를 한 알만 복용했을 뿐인 데도 팔다리가 기형인 아기를 출산하였다.

이 사건이 일어난 원인은 약품에 대한 허술한 안전성 시험 때문이었는데, 가장 큰 원인은 신경계의 손상에 대한 부작용을 무시한 채 판매한 것이다. 기업이나 정부에서 부작용에 대하여 조금만 유의했더라면 1만여 명의 기형아는 태어나지 않았을 것이다.

그 후 탈리도마이드는 임신 초기에만 기형 유발원으로 작용한다는 것이 밝혀졌다. 이 기간은 일반적으로 입덧이 심한 시기이며, 팔과 다리를 비롯한 태아의 주요 기관이 형성되는 시기이기도 하다.

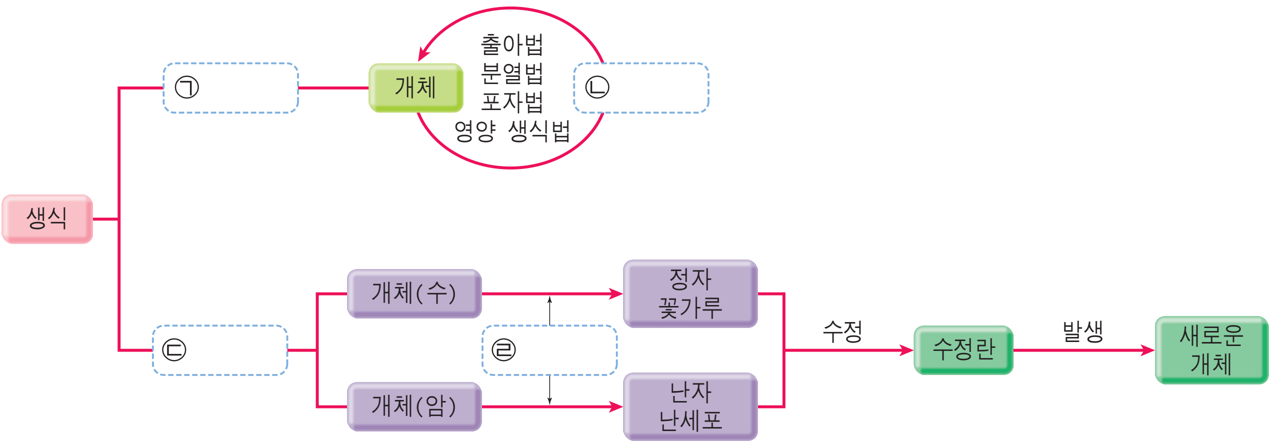
이 사건을 계기로 사람의 발생 단계 중 배아 시기는 각종 화학 물질에 가장 취약한 단계라는 것을 알게 되었다. 따라서 임신부는 일상적인 의약품일지라도 의사의 지시에 따라 매우 신중하게 복용해야 한다.


탈리도마이드에 의한 선천성 기형아

대단원 마무리

Ⅳ. 생식과 발생

개념 정리하기



▨ 다음 물음에 적합한 용어를 〈보기〉에서 골라 쓰시오.

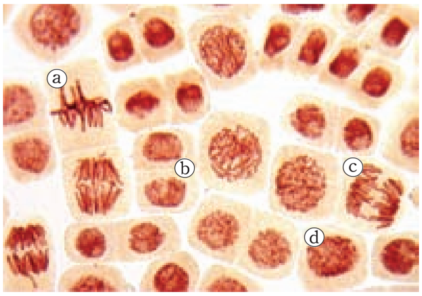
보기

난할	출산	염색체	영양 생식	착상	배란	무성 생식	2가 염색체
월경	배아	유성 생식	체세포 분열	수정	태반	생식세포 분열	

1. 우리 몸을 구성하는 세포의 수를 늘려 나가는 세포 분열 ·························( )
2. 생식소에서 정자와 난자를 만드는 세포 분열 ·································( )
3. 세포 분열의 중기에 뚜렷하게 관찰되는 막대 모양의 구조물로서, 유전 물질이 들어 있음 ·········( )
4. 감수 1분열의 중기에 관찰되며, 상동 염색체가 서로 결합하여 만들어진 구조 ················( )
5. 암수가 구별되지 않는 생물이 생식세포를 만들지 않고 번식하는 생식 방법 ················( )
6. 암수가 구별되는 생물이 생식세포를 만들어 번식하는 생식 방법 ·························( )
7. 암컷과 수컷의 생식세포가 서로 결합하여 하나의 세포로 되는 과정·······················( )
8. 식물에서 뿌리나 줄기, 잎이 분리되어 새로운 개체로 자라는 생식 방법 ···················( )
9. 난소에서 성숙된 난자가 난소 밖으로 배출되는 현상 ·································( )
10. 임신에 대비하여 두꺼워졌던 자궁 내막이 파열되어 출혈이 일어나는 현상 ················( )
11. 수정란의 초기 체세포 분열 ···( )
12. 수정란이 자궁 내막에 파묻혀 자리 잡는 현상···( )
13. 수정 후 8주까지의 세포 덩어리 ···( )
14. 태아와 모체의 물질 교환 장소 ··( )
15. 태아가 모체의 질을 통하여 몸 밖으로 나오는 현상 ·····································( )

개념 적용하기

1 그림은 양파의 체세포 분열을 관찰한 것이다.

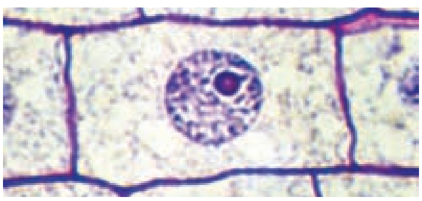


ⓐ~ⓓ에 대한 설명으로 옳은 것을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

> 보기
> ㄱ. ⓐ 시기의 염색체는 2개의 염색 분체로 되어 있다.
> ㄴ. ⓑ는 세포판이 형성되는 말기이다.
> ㄷ. ⓒ는 유전 물질이 복제되는 과정이다.
> ㄹ. ⓓ 시기에 핵과 인이 관찰된다.

① ㄱ, ㄴ ② ㄴ, ㄷ ③ ㄷ, ㄹ
④ ㄱ, ㄴ, ㄹ ⑤ ㄴ, ㄷ, ㄹ

2 그림은 체세포 분열 과정의 어떤 시기를 나타낸 것이다.



이 시기에 대한 설명으로 옳은 것을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

> 보기
> ㄱ. 염색체가 관찰된다.
> ㄴ. 핵막과 인이 관찰된다.
> ㄷ. 세포 주기 중 가장 짧다.
> ㄹ. 유전 물질의 양이 두 배로 증가한다.

① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄹ ③ ㄴ, ㄷ
④ ㄴ, ㄹ ⑤ ㄷ, ㄹ

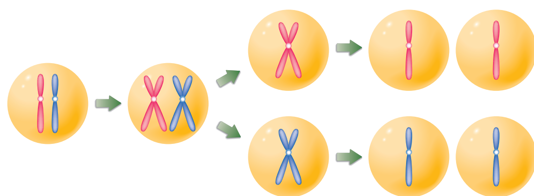
3 〈보기〉는 여러 가지 생명 현상이다.

> 보기
> ㄱ. 콩나물의 뿌리가 길게 자란다.
> ㄴ. 아메바가 분열법에 의해 증식한다.
> ㄷ. 정자와 같은 생식세포를 형성한다.
> ㄹ. 손상된 세포나 수명이 다한 세포가 교체된다.

체세포 분열과 관련된 생명 현상으로 옳은 것을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

① ㄱ, ㄴ ② ㄴ, ㄷ ③ ㄷ, ㄹ
④ ㄱ, ㄴ, ㄹ ⑤ ㄴ, ㄷ, ㄹ

4 그림은 어떤 세포 분열에서 염색체의 이동을 나타낸 모식도이다.



이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 생장과 관계가 깊다.
② 생식 기관에서 일어난다.
③ 생식세포 분열 과정이다.
④ 염색체 수가 반으로 줄어든다.
⑤ 2회의 분열이 연속으로 일어난다.

5 〈보기〉는 양파 세포의 분열 과정에서 볼 수 있는 여러 특징을 나열한 것이다.

> 보기
> ㄱ. 핵막과 인이 사라진다.
> ㄴ. 두 개의 딸핵이 형성된다.
> ㄷ. DNA량이 두 배로 증가한다.
> ㄹ. 염색체가 세포의 중앙에 배열한다.
> ㅁ. 염색체가 방추사에 의해 양극으로 끌려간다.

전기와 중기의 특징을 각각 고르시오.

개념 적용하기

6 그림은 세 종류의 생물을 나타낸 것이다.

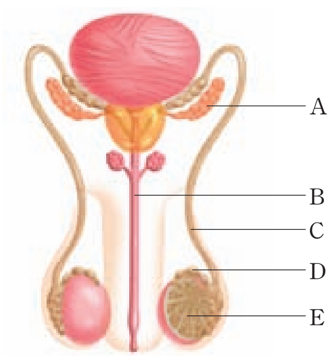


위 생물의 생식 방법에 대한 공통점을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

> 보기
> ㄱ. 번식 속도가 빠르다.
> ㄴ. 환경 변화에 대한 적응력이 약하다.
> ㄷ. 유전적으로 다양한 자손이 만들어진다.
> ㄹ. 생식세포의 결합을 통해 새로운 개체가 만들어진다.

① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄷ ③ ㄴ, ㄷ
④ ㄴ, ㄹ ⑤ ㄷ, ㄹ

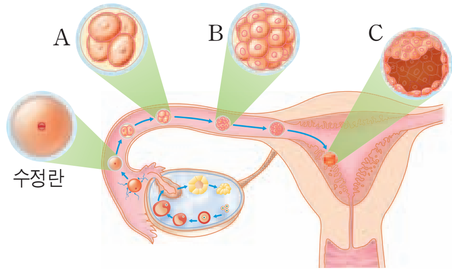
7 그림은 남자의 생식 기관을 나타낸 것이다.



각 부분의 기능에 대한 설명으로 옳지 <u>않은</u> 것은?

① A – 정자가 저장되는 곳이다.
② B – 정액이 체외로 나가는 통로이다.
③ C – 생산된 정자가 이동하는 통로이다.
④ D – 정자가 운동성을 갖는 장소이다.
⑤ E – 정자를 생산하고 남성 호르몬을 분비한다.

8 그림은 사람의 초기 발생 과정을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

> 보기
> ㄱ. C 시기에 착상이 일어난다.
> ㄴ. 할구의 DNA량은 절반으로 줄어든다.
> ㄷ. A → B 과정에서 할구의 크기가 작아진다.
> ㄹ. A → B → C 과정에서 생식세포 분열이 일어나고 있다.

① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄷ ③ ㄴ, ㄷ
④ ㄴ, ㄹ ⑤ ㄷ, ㄹ

9 모체와 태아의 물질 교환에 대한 설명으로 옳지 <u>않은</u> 것은?

① 물질 교환의 장소는 태반이다.
② 탯줄 동맥에는 산소와 양분이 많다.
③ 모체와 태아의 혈관은 연결되어 있지 않다.
④ 모체의 정맥에는 노폐물과 이산화 탄소가 많다.
⑤ 태아는 모체로부터 양분과 산소를 공급받는다.

10 태아의 생장 과정에 대한 설명으로 옳은 것을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

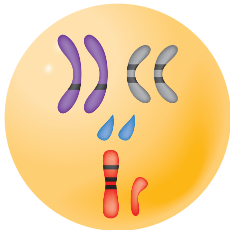
> 보기
> ㄱ. 중추 신경이 가장 먼저 형성되기 시작한다.
> ㄴ. 수정 후 8주 이내에 대부분의 기관이 형성된다.
> ㄷ. 수정 후 분만할 때까지의 개체를 태아라고 한다.
> ㄹ. 8주 무렵에 생식기를 통해 성별을 판단할 수 있다.

① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄹ ③ ㄴ, ㄷ
④ ㄴ, ㄹ ⑤ ㄷ, ㄹ

개념 응용하기

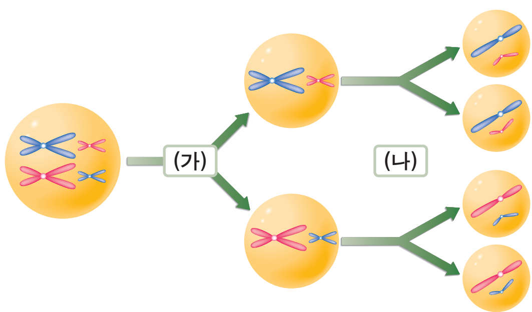
탐구력 기르기

1 그림은 초파리 수컷의 염색체를 나타낸 모식도이다. 수컷 초파리에서 만들어지는 정자의 염색체 구성 두 가지를 성염색체가 다르게 그리시오.



탐구력 기르기

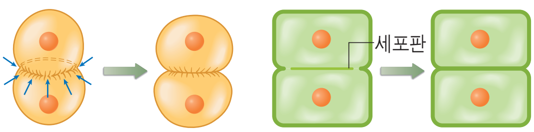
2 그림은 어떤 세포의 분열 과정을 나타낸 것이다.



(가)와 (나) 과정을 통해 염색체 수가 어떻게 변하는지 그 이유를 포함하여 설명하시오.

과학 글쓰기

3 그림은 세포질 분열 과정을 나타낸 것이다.



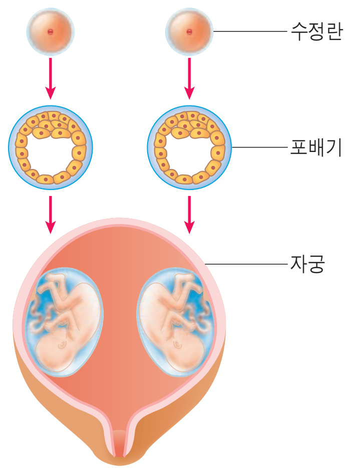
위 그림을 근거로 동물 세포와 식물 세포에서 일어나는 세포질 분열 과정의 공통점과 차이점을 비교하여 설명하시오.

상상력 키우기

4 사람에게는 배꼽이 있지만, 병아리에게는 배꼽이 없다. 그 이유를 발생 과정과 관련지어 설명하시오.

탐구력 기르기

5 그림은 2란성 쌍둥이의 발생 과정을 모식도로 나타낸 것이다.



2란성 쌍둥이

그림을 통해 1란성 쌍둥이가 만들어지는 과정을 2란성 쌍둥이가 만들어지는 과정과 비교하여 설명하시오.

과학 글쓰기

6 〈보기〉의 용어를 모두 사용하여 태아가 출산되기까지의 과정을 서술하시오.

보기

• 배란 • 수정 • 착상 • 임신 • 태반
• 배아 • 태아 • 출산 • 자궁



아레니우스(Arrhenius, S. A. ; 1859~1927)



과학자들은 19세기까지도 산과 염기에 대한 정확한 정의를 내리지 못하고 있었다. 이 같은 상황에서 아레니우스는 19세기 말 산과 염기의 중화에 대한 정확한 정의를 내린 스웨덴의 물리화학자이다.

산은 이온화하여 수소 이온을 내는 물질이고, 염기는 이온화하여 수산화 이온을 내는 물질이며 산과 염기의 세기는 이온화 정도에 의해 결정된다고 정리하였다.

수용액에 한정된 아레니우스의 산과 염기의 개념은 1923년 덴마크의 브뢴스테드와 영국의 로우리에 의해 좀 더 넓은 개념으로 수정되었다.



V 여러 가지 화학 반응

❖ 이 단원에서는

일상생활에서 철은 부식되면 대부분 사용할 수 없게 되지만, 철이 부식되는 현상을 이용한 건축물도 있다. 철은 시간이 지날수록 부식이 진행되어 모습이 바뀌며, 산성비가 내리면 부식이 더 빨리 일어난다.

이 단원에서는 산과 염기의 종류와 특징에 대해 알아보고, 산과 염기가 반응하는 중화 반응 과정과 실생활의 예를 살펴보자.

그리고 산화–환원 반응에서는 산화 반응과 환원 반응의 의미를 이해하고, 일상생활에서 일어나는 산화–환원 반응에는 어떤 것들이 있는지 찾아보자.

1

» 중단원 미리 보기

산과 염기의 반응

1-1 산의 성질 | 1-2 염기의 성질 | 1-3 중화 반응



산성을 나타내는 레몬

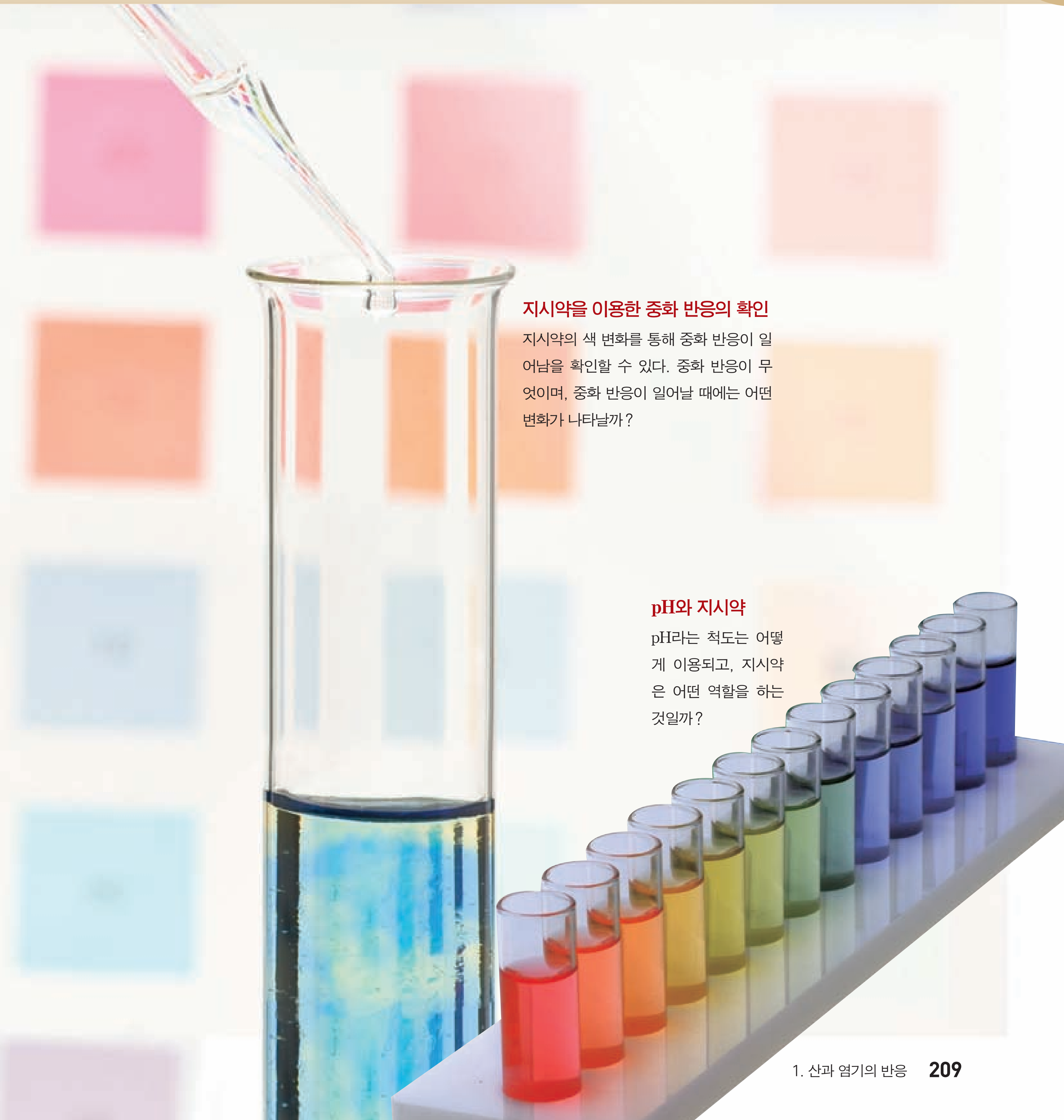
레몬과 같이 신맛이 나는 물질들은 산성을 띤다. 산성을 띠는 물질들은 어떤 특징이 있을까?

염기성을 나타내는 비누

비누와 같이 염기성을 나타내는 물질들은 어떤 특징을 가지고 있을까?



우리 주변의 물질들 중에는 과일과 같이 신맛이 나는 산과 비누처럼 미끈거리는 염기가 있다. 산과 염기는 각각 어떤 물질이며, 이들은 어떤 성질을 가지고 있을까? 그리고 우리 생활에서 산과 염기를 이용하는 예에는 어떤 것들이 있을까?



지시약을 이용한 중화 반응의 확인

지시약의 색 변화를 통해 중화 반응이 일어남을 확인할 수 있다. 중화 반응이 무엇이며, 중화 반응이 일어날 때에는 어떤 변화가 나타날까?

pH와 지시약

pH라는 척도는 어떻게 이용되고, 지시약은 어떤 역할을 하는 것일까?

1-1 산의 성질



덜 익은 과일을 한입 베어 물면 떫기도 하고 시기도 하다. 너무 익은 김치는 신맛이 난다.

이와 같이 음식을 먹을 때 신맛이 느껴지는 이유는 음식 속에 어떤 성분이 포함되어 있기 때문일까?

학습 목표

- 우리 주변에서 볼 수 있는 산의 예를 찾아보고, 그 특징을 말할 수 있다.
- 수용액에서 산의 이온화 과정을 이온 반응식으로 나타낼 수 있다.

신맛을 나게 하는 물질

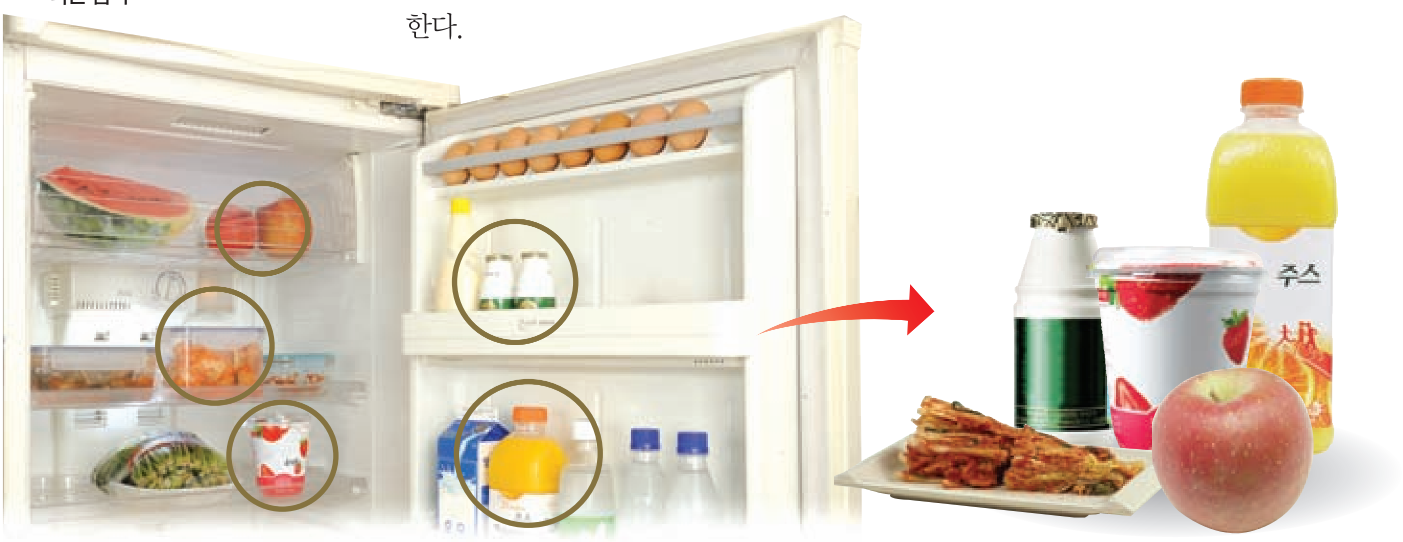
레몬은 신맛이 강해 쉽게 먹기 어려운 과일이다. 레몬뿐 아니라 오렌지, 자두 또는 덜 익은 과일 등은 신맛이 강해 먹을 때 얼굴을 찡그리기도 한다.

이처럼 과일 등에 포함되어 신맛이 나게 하는 물질이 산이다. 산은 과일뿐 아니라 다른 음식에도 포함되어 있다. 냉면이나 오이냉국 등에 식초를 넣으면 신맛이 더해져 맛이 다양해진다. 또 김치는 오래되면 발효되면서 산이 만들어지기 때문에 신맛이 강해지고, 청량음료나 요구르트에도 산을 넣거나 산이 생성된다. 우리 몸의 위에서도 산이 분비되어 음식물의 소화를 돕고, 운동을 할 때에는 근육에서 산이 만들어지기도 한다.

'산'의 유래
산이라는 뜻의 영어 acid는 라틴어의 '시다(acidus)'라는 말에서 유래하였다.

신맛을 내는 산은 리트머스 종이와 BTB(브로모티몰 블루) 용액의 색깔 변화, 금속과의 반응, 전기 전도성 등에서 공통의 성질을 나타내는데, 이를 **산성**이라고 한다.

그림 Ⅴ-1 냉장고 속의 신맛이 나는 음식



산의 성질

산의 수용액에 푸른색 리트머스 종이를 대면 붉게 변하며, BTB 용액을 떨어뜨리면 노란색으로 변한다.



그림 Ⅴ-2 푸른색 리트머스 종이와 BTB 용액의 색 변화

산은 마그네슘과 같은 금속과 반응하여 수소 기체를 발생한다. 발생하는 기체를 모은 후 성냥불을 대면 '펑' 하는 소리와 함께 연소된다.

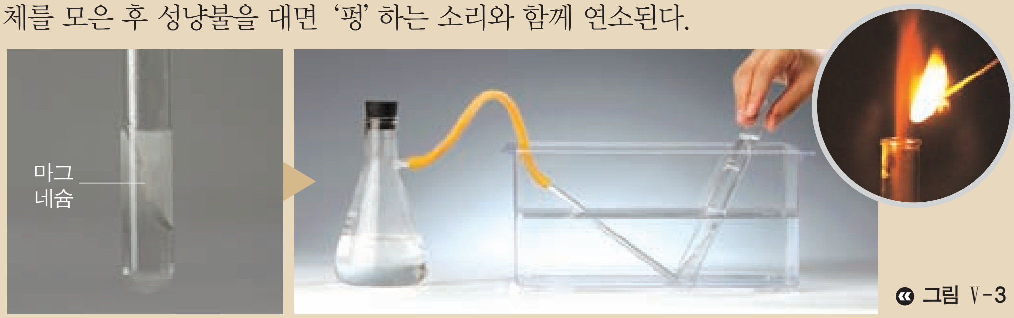


그림 Ⅴ-3 마그네슘과 산의 반응

산은 탄산 칼슘과 반응하여 이산화 탄소를 발생한다. 발생하는 기체를 석회수에 통과시키면 뿌옇게 변하는 것을 통해 이산화 탄소가 발생했음을 알 수 있다.

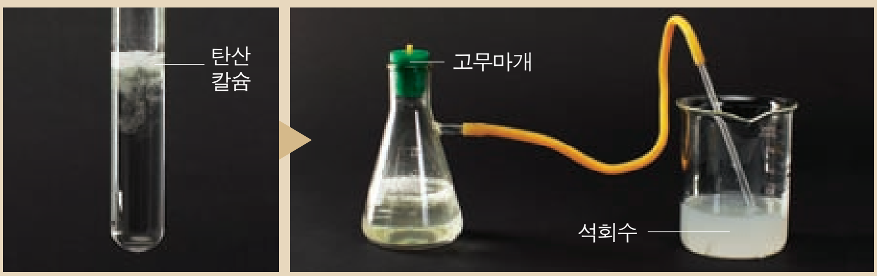


그림 Ⅴ-4 탄산 칼슘과 산의 반응

산의 수용액에는 전류가 흐른다. 전류가 흐르는 것을 통해 산의 수용액에는 이온이 존재한다는 것을 알 수 있다.



그림 Ⅴ-5 산 수용액의 전기 전도성

인터넷 속 과학 세상

산성비가 내리면 조각상이 손상된다고 한다. 이런 현상은 산의 어떤 성질과 관련이 있는지, 대리석의 주성분은 무엇인지 조사해 보자.

검색 | 산성비, 대리석

산성이 나타나는 이유

산의 수용액에서 전류가 흐르는 것은 산의 수용액에 이온이 존재하기 때문이다. 페트리 접시에 질산 칼륨 수용액을 적신 거름종이를 깔고 직류 전원에 연결한 후 거름종이의 중앙에 묽은 염산을 2~3 방울 떨어뜨린 다음, 양쪽 전극 가까이에 BTB 용액을 떨어뜨리면 (−)극 쪽에서 노란색으로 변한다. 묽은 염산 외에 다른 종류의 산을 사용하여도 결과는 같다. 이를 통해 산이 수용액에서 공통적인 양이온을 내는 것을 알 수 있다.

BTB 용액의 색 변화
BTB 용액은 산성 용액에서는 노란색, 중성 용액에서는 초록색, 염기성 용액에서는 파란색을 나타낸다.

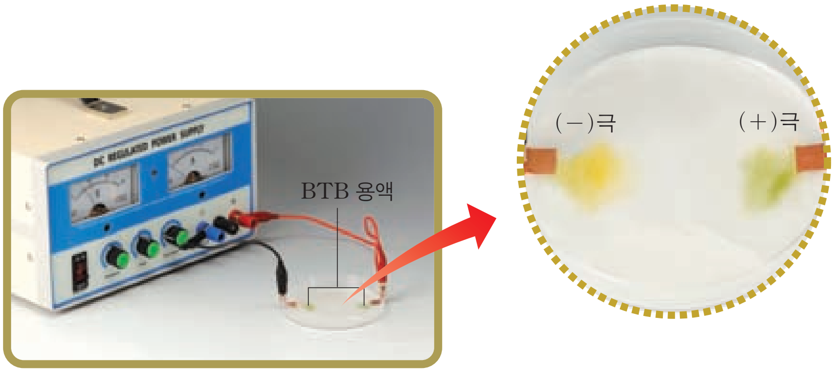


그림 Ⅴ-6 산의 이온화로 생성되는 수소 이온의 확인

금속과 산을 반응시키면 공통적인 양이온이 무엇인지를 알 수 있는데, 산의 수용액에 마그네슘이나 아연 등의 금속을 넣으면 금속이 녹으면서 수소 기체가 발생한다. 이것은 산이 내놓은 수소 이온이 금속으로부터 전자를 받아 수소 기체가 되기 때문이다. 이때 금속은 양이온이 되어 수용액에 녹는다.

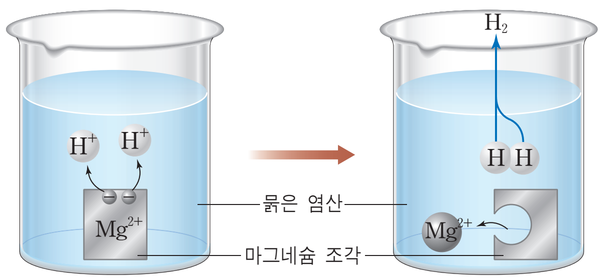


그림 Ⅴ-7 산 수용액과 마그네슘의 반응

이를 통해 산의 공통적인 성질은 수소 이온에 의한 것임을 알 수 있다. **산**은 수용액에서 이온화하여 수소 이온(H^+)을 내는 물질이며, 수소 이온에 의하여 산성이 나타난다.

스스로 해결하기
수용액에서 이온화하여 수소 이온을 내는 물질을 (   )(이)라고 한다.

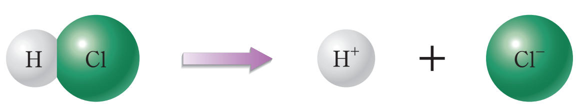


그림 Ⅴ-8 염산의 이온화

산이 수용액에서 수소 이온을 내는 정도는 산의 종류에 따라 다르다. 염산, 황산, 질산 등은 물에 녹으면 거의 이온화하지만, 아세트산은 적은 양만 이온화하고 대부분 분자 그대로 녹아 있다. 따라서 서로 다른 산 수용액에 마그네슘 조각을 넣으면 이온화가 잘되는 산 수용액에서 수소 기체가 더 많이 발생하면서 격렬하게 반응한다.

산 수용액과 금속의 반응
서로 다른 산 수용액에 마그네슘 조각을 넣어 발생하는 수소 기체의 양을 비교하기 위해서는 수용액의 농도와 마그네슘 조각의 크기가 같아야 한다.

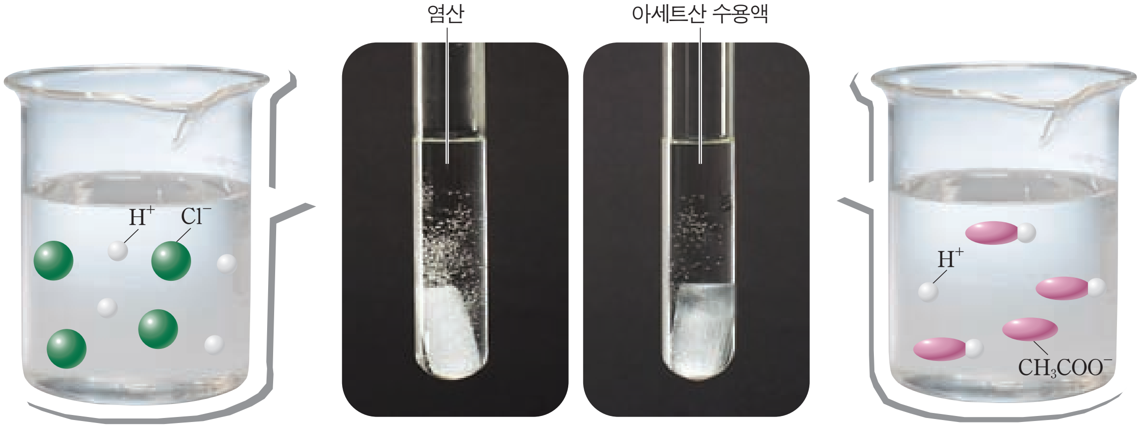


그림 Ⅴ-9 산의 종류에 따른 이온화 모형

염산, 질산 등과 같이 물에 녹아 이온화가 잘되는 산을 **강산**, 아세트산과 같이 이온화가 잘되지 않는 산을 **약산**이라고 한다. 같은 농도의 산 수용액의 경우에도 강산의 수용액일수록 강한 산성을 나타내는데, 이는 이온화가 더 잘되어 수소 이온의 수가 상대적으로 많기 때문이다.

여러 가지 산들이 물에 녹아 이온화되는 과정을 이온 반응식으로 나타내면 다음과 같다. 염산이나 아세트산 등은 1개의 분자에서 1개의 수소 이온을 생성하지만, 황산과 같이 1개의 분자에서 2개의 수소 이온을 생성하는 경우도 있다.

더 자세히
산의 종류에 따라 산의 세기가 다르다.

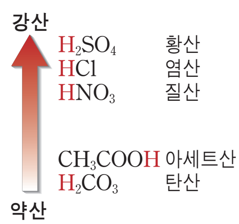


표 Ⅴ-1 산의 이온 반응식

산성 용액	⟶	양이온	+	음이온
HCl 염산	⟶	H^+ 수소 이온	+	Cl^- 염화 이온
CH_3COOH 아세트산	⟶	H^+ 수소 이온	+	CH_3COO^- 아세트산 이온
HNO_3 질산	⟶	H^+ 수소 이온	+	NO_3^- 질산 이온
H_2SO_4 황산	⟶	$2H^+$ 수소 이온	+	SO_4^{2-} 황산 이온

잠깐 체크 수용액이 산성을 나타내도록 하는 이온은 무엇인가?

여러 가지 산

신맛을 내는 과일에는 모두 같은 종류의 산이 들어 있을까?

사과나 오렌지, 딸기 등의 여러 가지 과일에는 서로 다른 종류의 산이 들어 있지만 신맛은 공통적으로 느낄 수 있다.

인터넷 ⇌ 과학 세상

딸기에 들어 있는 산의 종류와 벤조산에 대해서 조사해 보자.

검색 딸기, 벤조산

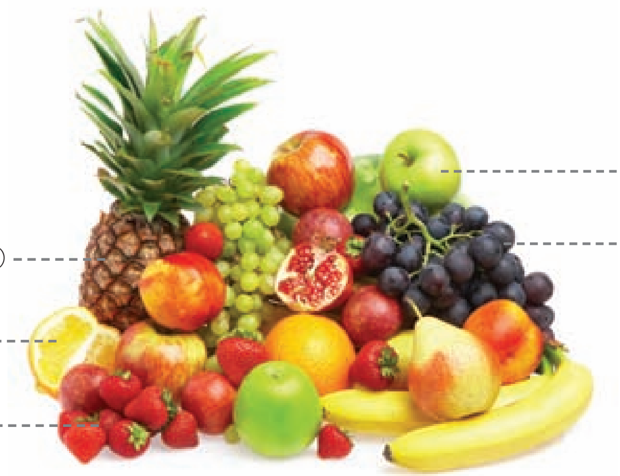


그림 Ⅴ-10 과일 속에 들어 있는 주요 산의 종류

이 밖에도 이산화 탄소는 물에 녹으면 탄산이 되는데, 청량음료에는 탄산이 들어 있어 톡 쏘는 맛을 즐기는 사람들이 많이 마신다. 또 음식을 할 때 신맛을 내기 위해 사용하는 식초에는 아세트산이 들어 있고, 잘 익은 김치에는 주로 락트산이 들어 있다.



그림 Ⅴ-11 산성을 띠는 음식의 종류

음식에 들어 있는 산 이외에도 염산, 황산, 질산 등이 있다. 염산은 색깔이 없고 자극성이 강한 염화 수소(HCl) 기체를 물에 녹여 만든다. 위에서도 분비되는 염산은 조미료나 염료 등의 원료로 사용되기도 하며, 단백질의 소화를 돕고 살균 작용을 한다. 또 화장실에서 나는 냄새를 제거할 때 염산을 아주 묽게 희석해서 사용하기도 한다.

진한 황산은 물질의 성분 중에서 물을 뽑아내는 탈수 작용을 한다. 설탕에 진한 황산을 가하면 설탕이 부풀어 오르면서 검게 변하는 것을 볼 수 있는데, 이는 설탕이 물을 빼앗기고 탄소 성분만 남기 때문이다. 실험실에서는 진한 황산을 데시케이터에 넣어 시약을 건조시키는 데 이용하기도 한다. 황산을 다룰 때에는 피부나 옷에 닿지 않도록 주의해야 한다.



그림 Ⅴ-12 설탕에 진한 황산을 가했을 때의 변화



그림 Ⅴ-13 데시케이터

과학 자료실 산을 이용한 에칭

산이 금속을 부식시키는 작용을 이용한 판화의 한 기법을 에칭이라고 한다. 에칭은 독일어의 '먹는다'라는 말에서 유래하였으며, 표현하고자 하는 선을 도구로 파내지 않고 산을 이용해 금속판을 부식시켜 나타낸다.

우선 산의 부식 작용을 방지하기 위해 금속판 전체에 그라운드(또는 내산성 방식제)라는 물질을 입힌다. 그 다음 에칭 바늘로 그림을 그리면 그라운드가 벗겨지면서 금속이 드러난다. 이 판을 산이 담긴 용기에 담그면 드러난 금속 부분만 부식되는데, 이때 산의 농도 또는 부식 시간에 따라 표현이 달라진다. 마지막으로 부식된 부분에 잉크를 바르고 인쇄하면 작품이 완성된다.



에칭 동판화

자기 주도 학습

개념 확인하기

산의 정의를 쓰고, 산의 특징을 2~3가지만 써 보자.

과학과 기술, 사회 연관 짓기

진한 황산의 탈수 작용에 대해 알아보고, 진한 황산이 주로 이용되는 분야를 조사해 보자.

1-2 염기의 성질

비누와 같은 세탁 세제가 없던 옛날에 우리 조상들은 잿물을 이용하여 빨래를 하였다. 잿물은 나무나 볏짚을 말려서 태웠을 때 생긴 재를 시루와 같이 구멍이 있는 그릇에 넣고 물을 부어 걸러 낸 물이다.

잿물에는 어떤 물질이 들어 있어서 빨래할 때 이용되었던 것일까?

학습 목표

- 우리 주변에서 볼 수 있는 염기의 예를 찾아보고, 그 특징을 말할 수 있다.
- 수용액에서 염기의 이온화 과정을 이온 반응식으로 나타낼 수 있다.

요즘에는 가정에서 세탁을 할 때 잿물 대신 비누나 세제를 사용한다. 옛날의 잿물이나 요즘의 비누를 세탁을 하는 데 사용한 것을 통해 잿물과 비누에 공통 성분이 들어 있음을 알 수 있다.

쓴맛이 나고 미끈거리는 물질

우리 조상들이 잿물을 사용하여 빨래를 할 수 있었던 것은 잿물 속에 기름이나 때를 녹이는 물질이 들어 있기 때문이다. 마찬가지로 비누나 가루 또는 액체로 만들어진 여러 가지 종류의 세제에도 기름이나 때를 녹이는 물질이 들어 있다. 이들은 손이나 피부에 묻으면 미끈거리고 쓴맛이 난다. 이와 같이 잿물이나 비누 등이 공통된 성질을 나타내는 것은 염기가 들어 있기 때문이다.

염기는 또 어떤 성질을 가지고 있을까?

염기성 물질의 쓴맛
잿물이나 비누, 세척제 등에 들어 있는 염기는 쓴맛을 나타내므로, 함부로 맛을 보아서는 안 된다.

그림 Ⅴ-14 세제의 다양한 쓰임새



염기의 성질

염기의 수용액에 붉은색 리트머스 종이를 대면 푸른색으로 변하고, 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨리면 붉은색으로 변한다.





그림 Ⅴ-15 붉은색 리트머스 종이와 페놀프탈레인 용액의 색 변화

염기는 단백질을 녹이는 성질이 있어서 수산화 나트륨 수용액에 머리카락을 넣고 가열하면 머리카락이 잘게 나누어지며 녹는다.



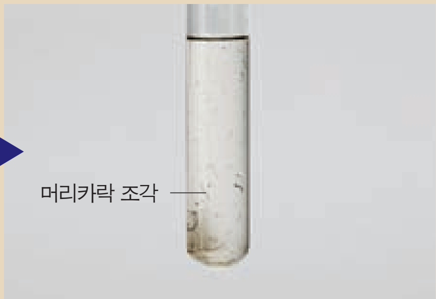


그림 Ⅴ-16 수산화 나트륨 수용액과 머리카락의 반응

염기의 수용액도 산의 수용액과 마찬가지로 전류를 잘 흐르게 한다. 이를 통해 산과 염기는 모두 물에 녹아 전류를 흐르게 하는 전해질임을 알 수 있다.

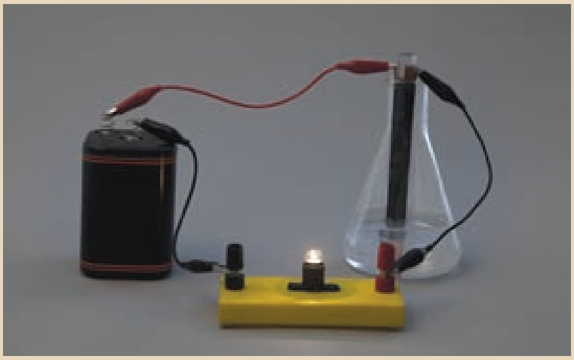


그림 Ⅴ-17 염기 수용액의 전기 전도성

염기는 붉은색 리트머스 종이를 푸른색으로 변화시키고 단백질을 녹이며, 수용액에서는 전류가 흐르는 등 공통적인 성질을 나타내는데 이를 **염기성**이라고 한다.

잠깐 체크 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨렸을 때 붉게 변하는 수용액에 붉은색 리트머스 종이를 담그면 어떤 변화가 일어나는가?

염기성이 나타나는 이유

염기의 공통적인 성질들이 나타나는 이유는 무엇일까?

산이 수용액에서 수소 이온을 내는 것처럼 **염기**는 수용액에서 수산화 이온(OH^-)을 내놓는다. 염기의 공통적인 성질은 수산화 이온 때문에 나타난다.

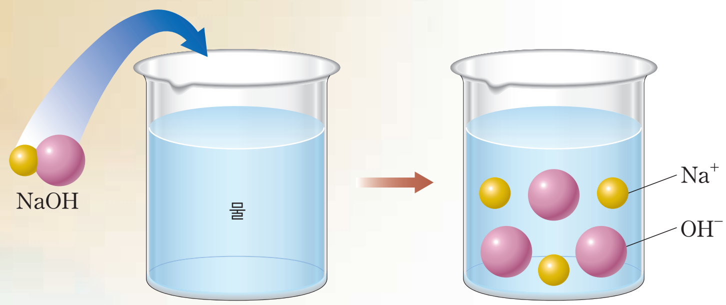


그림 Ⅴ-18 수산화 나트륨의 이온화

질산 칼륨 수용액을 적신 거름종이의 중앙에 묽은 수산화 나트륨 수용액을 떨어뜨린 후 양쪽 전극 가까이에 페놀프탈레인 용액을 2~3방울 떨어뜨리고 직류 전원을 연결하면 (+)극 쪽의 페놀프탈레인 용액이 붉게 변한다. 이는 (−)전하를 띤 수산화 이온이 (+)극 쪽으로 끌려가기 때문이다. 수산화 나트륨 대신 수산화 칼륨 등 다른 종류의 염기를 사용하여도 같은 결과가 나타난다.

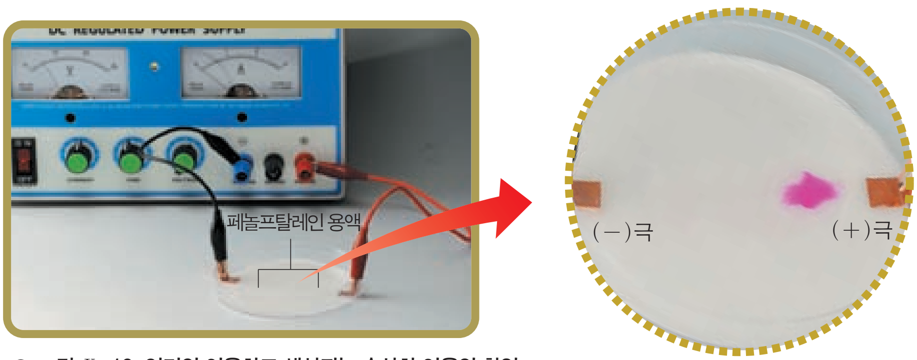


그림 Ⅴ-19 염기의 이온화로 생성되는 수산화 이온의 확인

염기는 수용액에서 수산화 이온을 내지만 수산화 이온을 내는 정도는 염기의 종류에 따라 다르다. 꼬마전구가 연결된 전원 장치의 전극을 같은 농도의 서로 다른 염기 수용액에 담갔을 때 불빛의 세기로 이를 확인할 수 있다. 수산화 나트륨 수용액과 암모니아수에 전극을 넣으면 수산화 나트륨 수용액에서 꼬마전구의 불빛이 더 밝게 빛난다. 이는 암모니아수보다 수산화 나트륨 수용액에서 수산화 이온이 더 많이 생성되기 때문이다.

스스로 해결하기

산은 수용액에서 (   ) 이온을 내놓고, 염기는 (   ) 이온을 내놓는다.



그림 Ⅴ-20 수산화 나트륨 수용액과 암모니아수의 불빛 세기 비교

수산화 나트륨(NaOH), 수산화 칼륨(KOH), 수산화 바륨($Ba(OH)_2$) 등과 같이 이온화가 잘되는 염기를 **강염기**라고 하고 암모니아(NH_3), 수산화 구리($Cu(OH)_2$) 등과 같이 이온화가 잘되지 않는 염기를 **약염기**라고 한다.



그림 Ⅴ-21 염기의 종류에 따른 이온화 모형

이와 같이 여러 가지 염기가 물에 녹아서 이온화되는 과정을 이온 반응식으로 나타내면 다음과 같다.

표 Ⅴ-2 염기의 이온 반응식

염기성 용액	⟶	양이온	+	음이온
NaOH 수산화 나트륨	⟶	Na^+ 나트륨 이온	+	OH^- 수산화 이온
KOH 수산화 칼륨	⟶	K^+ 칼륨 이온	+	OH^- 수산화 이온
NH_4OH 수산화 암모늄	⟶	NH_4^+ 암모늄 이온	+	OH^- 수산화 이온
$Ca(OH)_2$ 수산화 칼슘	⟶	Ca^{2+} 칼슘 이온	+	$2OH^-$ 수산화 이온

암모니아의 이온화

암모니아는 물에 매우 잘 녹는데, 물에 녹은 암모니아는 일부분이 물과 반응하여 암모늄 이온(NH_4^+)과 수산화 이온(OH^-)을 생성한다. 따라서 암모니아는 수산화 암모늄을 거쳐 이온화하여 수산화 이온을 낸다.

$$NH_3 + H_2O \longrightarrow NH_4OH$$
$$NH_4OH \longrightarrow NH_4^+ + OH^-$$

더 자세히

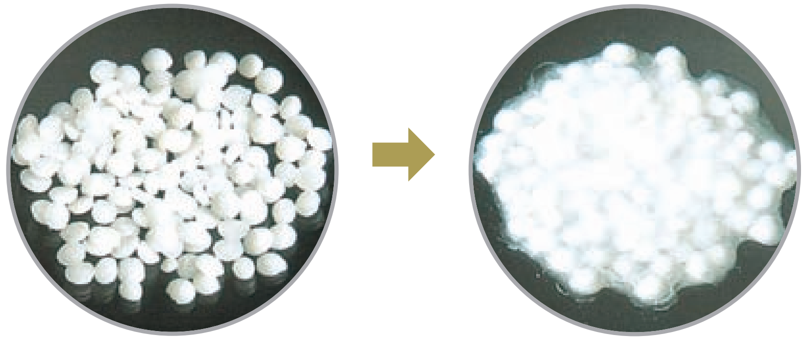
염기의 종류에 따라 염기의 세기가 다르다.

강염기
- NaOH 수산화 나트륨
- KOH 수산화 칼륨
- $Ca(OH)_2$ 수산화 칼슘
- NH_3 암모니아

약염기

여러 가지 염기

수산화 나트륨(NaOH)은 대표적인 염기로서, 공기 중에 놓아두면 공기에 포함된 수분을 흡수하여 스스로 녹는 성질이 있다. 수산화 나트륨은 폐식용유와 섞어 비누를 만들기도 하고, 하수구 세척액의 성분으로 사용되기도 한다.

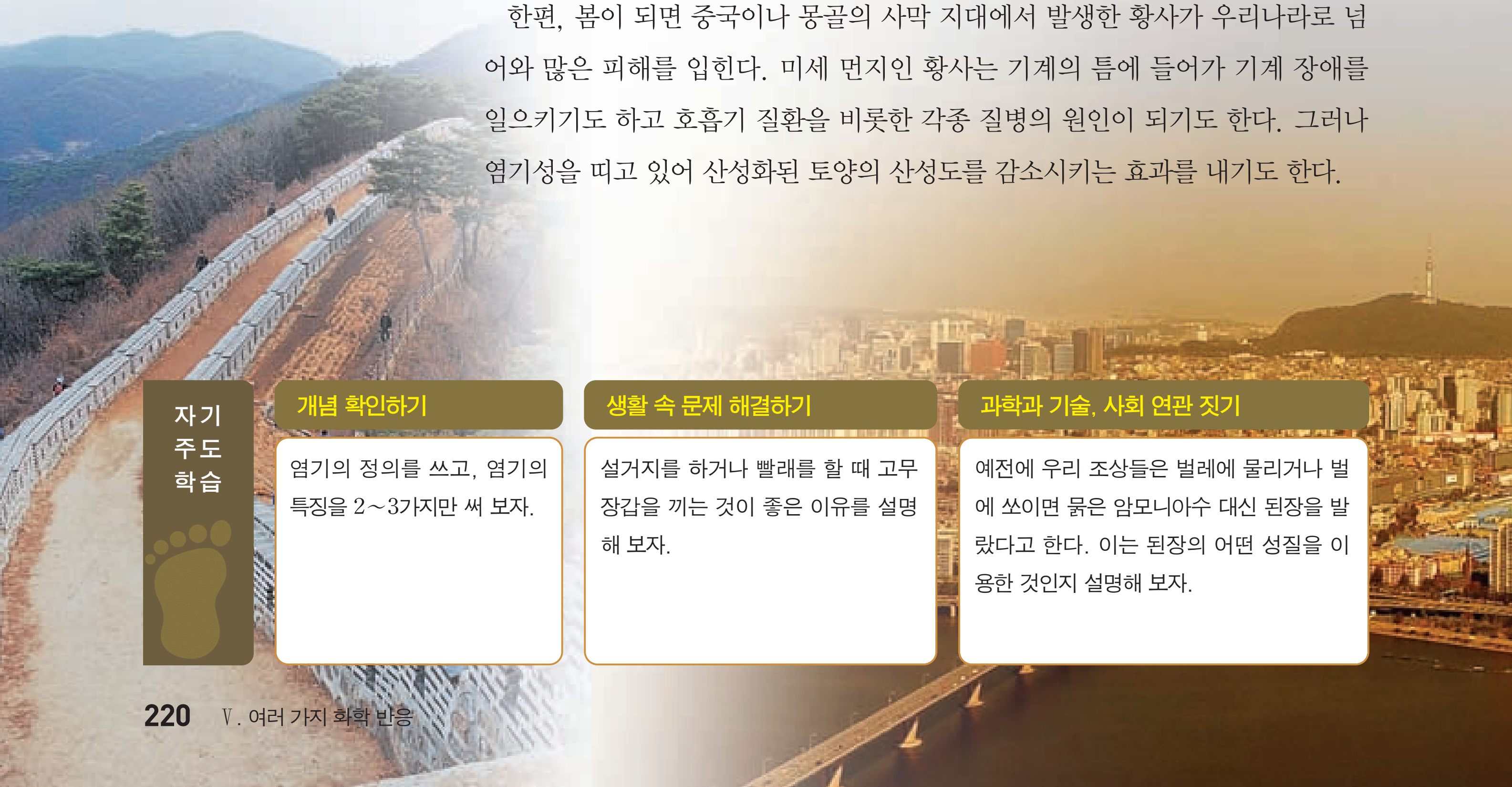


⊙ 그림 Ⅴ-22 수산화 나트륨의 수분 흡수

유리 세정제의 주성분인 암모니아는 기체 상태의 물질이지만 물에 매우 잘 녹으며, 비료나 폭탄을 만드는 중요한 원료로 사용된다.

석회는 산화 칼슘(CaO)이 주성분이며, 물과 반응하여 수산화 칼슘($Ca(OH)_2$)이 된다. 이 석회 반죽은 접착력이 뛰어나 성벽을 지을 때 돌과 돌을 단단하게 연결해 주는 역할을 하였고, 오늘날에도 시멘트를 만들 때 석회를 사용한다. 또 석회수라고 불리기도 하는 수산화 칼슘 수용액은 이산화 탄소 기체를 통과시키면 뿌옇게 흐려지므로 이산화 탄소 검출에도 이용한다.

한편, 봄이 되면 중국이나 몽골의 사막 지대에서 발생한 황사가 우리나라로 넘어와 많은 피해를 입힌다. 미세 먼지인 황사는 기계의 틈에 들어가 기계 장애를 일으키기도 하고 호흡기 질환을 비롯한 각종 질병의 원인이 되기도 한다. 그러나 염기성을 띠고 있어 산성화된 토양의 산성도를 감소시키는 효과를 내기도 한다.



⊙ 그림 Ⅴ-23 남한산성_ 석회 반죽을 이용하여 지은 성벽 중의 하나이다.

자기 주도 학습

개념 확인하기
염기의 정의를 쓰고, 염기의 특징을 2~3가지만 써 보자.

생활 속 문제 해결하기
설거지를 하거나 빨래를 할 때 고무장갑을 끼는 것이 좋은 이유를 설명해 보자.

과학과 기술, 사회 연관 짓기
예전에 우리 조상들은 벌레에 물리거나 벌에 쏘이면 묽은 암모니아수 대신 된장을 발랐다고 한다. 이는 된장의 어떤 성질을 이용한 것인지 설명해 보자.

STEAM 융합

산성 식품과 알칼리성 식품

보통 산성 식품은 신맛을 내고, *알칼리성 식품은 쓴맛을 낼 것이라고 생각하기 쉽다. 그런데 신맛을 내는 사과는 대표적인 알칼리성 식품이다. 그러면 산성 식품과 알칼리성 식품을 어떻게 구별할 수 있을까?

산성 식품과 알칼리성 식품을 구별하는 것은 각 식품이 가진 맛과는 관계가 없고, 식품이 소화된 후에 생성되는 성분이 산성인지, 알칼리성인지에 따라 나누어진다. 식품의 연소 생성물을 물에 녹인 다음, 그 액성이 산성인지 또는 알칼리성인지에 따라 알아볼 수도 있다.

예를 들어 육류와 달걀, 생선 등은 황 · 인 · 염소 등의 성분이 많기 때문에 산성 식품이고, 채소와 과일은 나트륨 · 칼륨 · 칼슘 등의 성분이 많기 때문에 알칼리성 식품이다.

황 · 인 · 염소 등이 많이 들어 있는 산성 식품은 대사 과정에서 각각 황산, 인산, 염산을 생성한다. 단백질 · 인산 · 탄수화물 · 지방이 풍부한 식품은 다량의 이산화 탄소와 물을 방출하므로 산성 식품에 속한다.



산성 식품

반면, 오렌지나 감귤은 체내에서 대사되는 동안 알칼리성을 나타내기 때문에 알칼리성 식품에 속한다.

산성 식품을 먹는다고 몸이 산성 체질로 바뀌고, 알칼리성 식품을 먹는다고 알칼리성 체질로 바뀌는 것은 아니다. 우리 몸의 혈액은 어떤 식품을 먹어도 액성이 거의 일정하게 유지되기 때문이다. 따라서 산성 식품과 알칼리성 식품을 골고루 섭취하는 것이 좋다.

*알칼리: 염기 중에서 수산화 나트륨이나 수산화 칼륨과 같이 물에 잘 녹는 물질을 말한다.





알칼리성 식품

1-3 중화 반응



학습 목표

- 중화 반응이 일어날 때 지시약의 색 변화와 온도 변화를 관찰하면서 용액의 성질을 설명할 수 있다.
- 중화 반응을 이온 모형과 이온 반응식으로 나타낼 수 있다.

이집트의 여왕 클레오파트라는 키드누스 강에서의 선상 파티에 로마의 집정관 안토니우스를 초대하였다. 클레오파트라는 그의 마음을 사로잡기 위해 시녀에게 식초를 잔에 담아 오라고 하여 자신의 진주 귀걸이 한쪽을 식초 잔에 넣고 진주가 다 녹자 단숨에 마셔 버렸다. 이에 안토니우스는 미모와 재력을 겸비한 클레오파트라에게 마음을 빼앗기게 되었다고 한다.

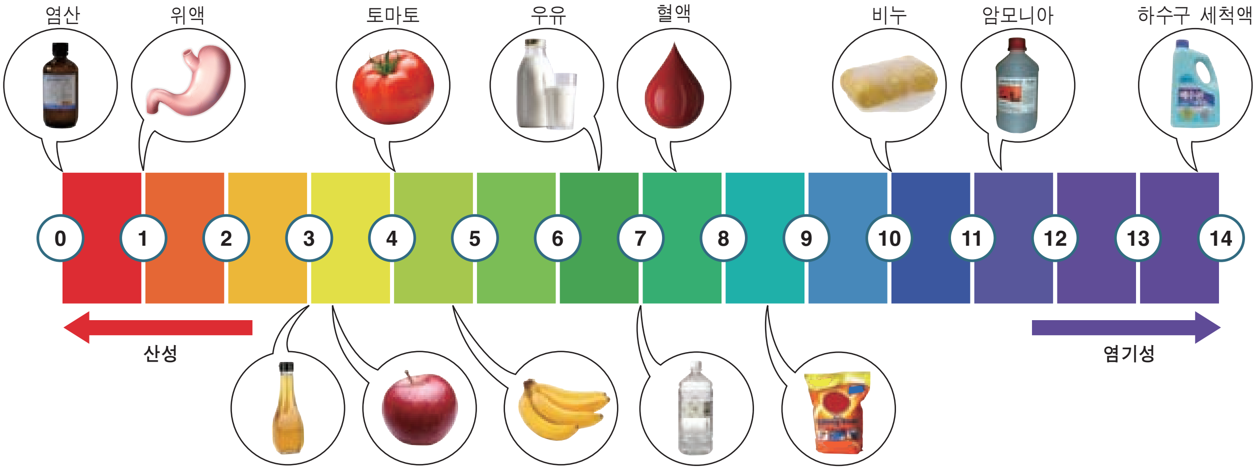
클레오파트라가 진주를 식초에 넣었을 때 어떤 반응이 일어난 것일까?

식초에 들어 있는 성분은 아세트산(CH_3COOH)이고, 진주의 주성분은 탄산 칼슘($CaCO_3$)이다. 아세트산은 산성을 띠고 탄산 칼슘은 염기성을 띠기 때문에 두 물질이 반응하면 산과 염기의 성질이 약해진다.

pH와 지시약

어떤 수용액이 산성인지 염기성인지를 판단할 때에는 pH라는 척도를 사용하면 편리하다. pH는 수용액에 포함된 수소 이온의 농도에 대한 척도로서, 0~14의 범위로 나타낸다. 상온에서 pH가 7보다 작으면 수소 이온이 많은 산성이고, pH가 7보다 크면 수산화 이온이 많은 염기성이다. 이때 pH가 작을수록 강한 산성이며, pH가 클수록 강한 염기성이다. 중성의 pH는 7이다.

그림 V-24 우리 주변 물질의 pH



pH를 측정할 때에는 만능 pH 시험지나 pH 측정기를 사용한다. pH 측정기를 사용하면 pH를 더 정확하게 측정할 수 있고, 측정된 pH 수치로 산성이나 염기성의 정도를 비교할 수 있다.

실험실에서는 여러 가지 지시약을 사용하여 물질의 액성을 알아보기도 한다. 지시약은 수용액 중의 수소 이온 농도에 따라 다른 색깔을 나타내는데 붉은색 리트머스 종이, 푸른색 리트머스 종이, BTB 용액, 페놀프탈레인 용액, 메틸 오렌지 용액 등을 많이 사용한다.

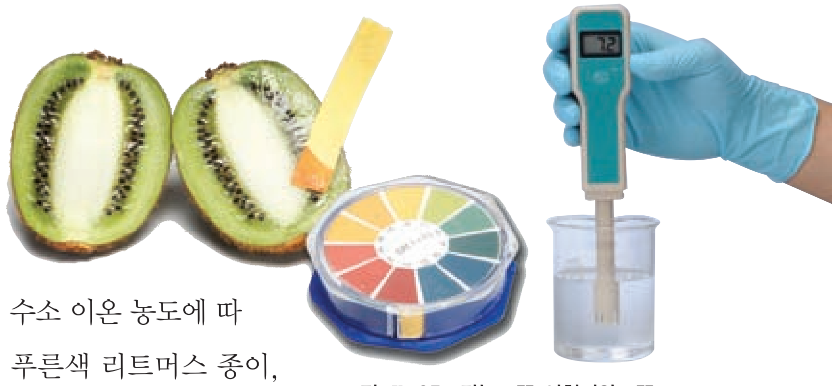
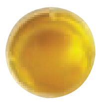
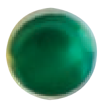
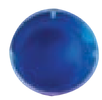
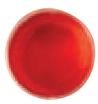
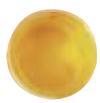
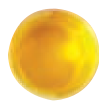


그림 Ⅴ-25 만능 pH 시험지와 pH 측정기

표 Ⅴ-3 액성에 따른 지시약의 색 변화

지시약	산성	중성	염기성
붉은색 리트머스 종이			
푸른색 리트머스 종이			
BTB 용액			
페놀프탈레인 용액			
메틸 오렌지 용액			

액성
용액의 산성, 중성, 염기성을 나타내는 성질이다.

한편, 음식 재료로 사용하는 자주색 양배추도 수용액의 액성에 따라 여러 가지 색깔을 나타낸다. 자주색 양배추를 잘게 잘라 뜨거운 물이 담긴 비커에 담가 두었다가 걸러 낸다. 여기에 식초, 비눗물, 수돗물 등을 넣으면 식초에서는 붉은색, 비눗물에서는 초록색, 수돗물에서는 색이 변하지 않는 것을 관찰할 수 있다. 즉, 자주색 양배추로 만든 천연 지시약은 산성에서는 붉은색, 염기성에서는 초록색을 나타내며 강한 염기에서는 노란색을 나타낸다.



그림 Ⅴ-26 자주색 양배추



그림 Ⅴ-27 양배추 지시약에 식초, 비눗물, 수돗물을 넣었을 때의 색 변화



산과 염기의 반응

김치가 너무 시어졌을 때 김치 항아리에 달걀 껍데기를 넣어 두면 신맛이 줄어든다. 이는 김치의 신맛을 내는 산과 달걀 껍데기의 탄산 칼슘이라는 염기 성분이 반응하기 때문이다.

이와 같이 산의 수용액에 염기의 수용액을 조금씩 가하면 산성이 점차 약해지고, 반대로 염기의 수용액에 산의 수용액을 조금씩 가하면 염기성이 점차 약해진다. 이는 산과 염기가 반응하면 산도 아니고 염기도 아닌 새로운 물질과 물이 생성되기 때문인데, 이와 같은 반응을 **중화 반응**이라고 한다.

그렇다면 산과 염기가 반응할 때 새로운 물질과 물이 생기는 것 외에 또 어떤 현상이 일어날까?

탐구 활동 | 산과 염기의 중화 반응 | 실험

목·표

산과 염기의 중화 반응을 지시약의 색 변화와 온도 변화로 설명할 수 있다.

준·비·물

5.5 % 염산, 5 % 수산화 나트륨 수용액, 만능 지시약, 스타이로폼 컵, 눈금 실린더, 온도계, 스포이트, 스탠드, 장갑

유·의·점

1. 열의 손실을 최대한 줄인다.
2. 눈금 실린더는 염산용과 수산화 나트륨 수용액용으로 구분하여 사용한다.

탐|구|도|우|미

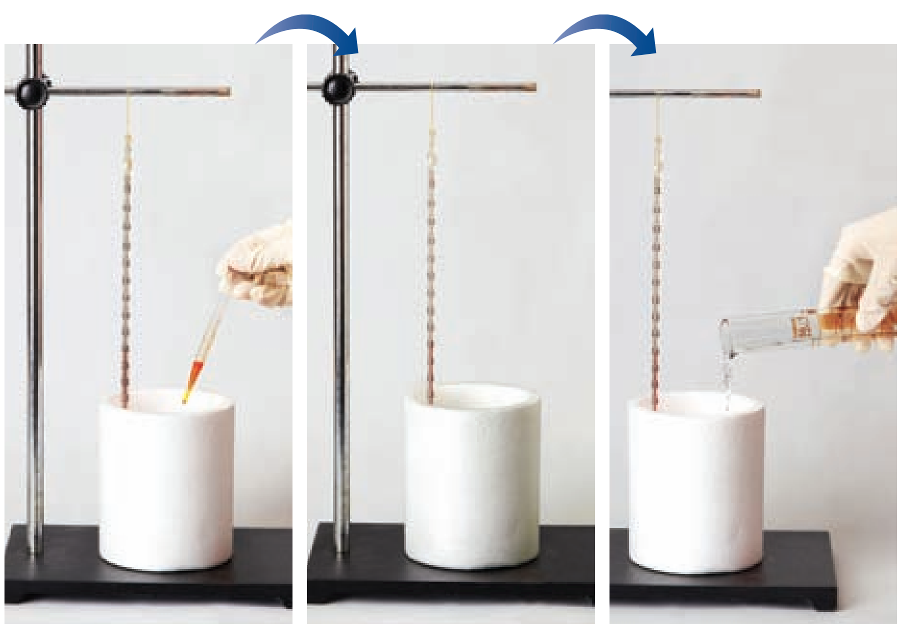
최고 온도를 측정하는 이유
반응이 일어나면서 온도 변화가 일어나는데 약간의 시간이 걸릴 수 있으므로 최고 온도를 측정하며, 시간이 지남에 따라 용액이 식을 수 있으므로 지나치게 시간을 소비하지 않도록 한다.

과정

❶ 스타이로폼 컵에 5.5 % 염산 100 mL를 넣고 만능 지시약을 3방울 떨어뜨린 다음, 온도를 측정한다.

❷ 과정 ❶의 스타이로폼 컵에 5 % 수산화 나트륨 수용액을 25 mL를 넣은 후, 최고 온도를 측정하고 색 변화를 관찰한다.

❸ 과정 ❷의 스타이로폼 컵에 5 % 수산화 나트륨 수용액을 25 mL씩 추가로 150 mL까지 더 넣으면서 온도를 측정하고 색 변화를 관찰한다.

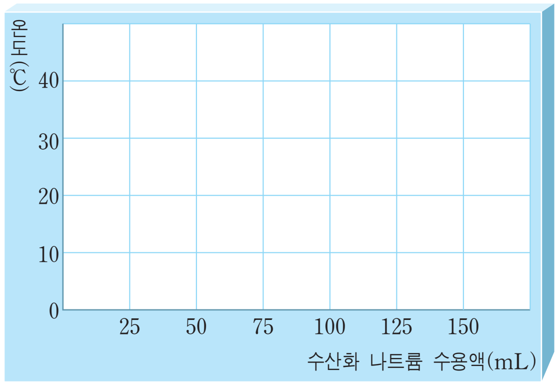


결과

1 염산 100 mL에 넣은 수산화 나트륨 수용액의 부피에 따른 혼합 용액의 색깔과 최고 온도를 표에 기록해 보자.

수산화 나트륨 수용액(mL)	염산 (mL)	혼합 용액의 색깔	혼합 용액의 최고 온도(℃)
0			
25			
50			
75	100		
100			
125			
150			

2 표의 결과를 가지고 온도 변화를 그래프로 나타내어 보자.



해석 창의 · 인성

1 수용액의 색깔이 변한 이유는 무엇인가?

2 각 실험에서 혼합 용액의 온도가 반응 전 용액의 온도와 다른 이유는 무엇인가?

3 염산과 수산화 나트륨 수용액이 완전히 중화된 용액은 어느 것인가? 또 그렇게 생각한 이유는 무엇인지 토의해 보자.

탐구의 확장 중화 반응으로 생성되는 물질

완전히 중화된 혼합 용액을 증발 접시에 넣고 가열한 후 증발 접시에 남은 고체로 다음과 같은 실험을 했을 때, 그 결과를 예측해 보자.

1 고체를 니크롬선에 묻혀서 불꽃 반응 실험을 하였을 때 불꽃색은 어떠한가?

2 증류수에 고체를 녹인 다음 질산 은 수용액을 몇 방울 떨어뜨리면 어떤 변화가 일어나는가?

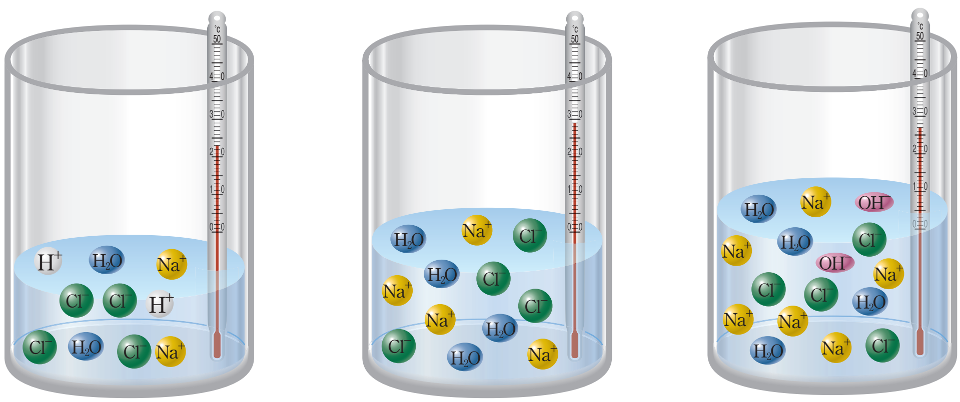


화학 반응과 열
중화 반응, 연소, 녹스는 반응 등은 열이 발생하는 반응으로 발열 반응이라 부르며, 반응 후 주변의 온도가 상승한다.

중화 반응이 일어나면 수용액 중의 수소 이온이나 수산화 이온의 수가 변하여 용액의 액성이 달라져 지시약의 색이 변할 뿐만 아니라, 열이 발생하여 혼합 용액의 온도가 올라간다. 산의 수용액에 염기의 수용액을 가하면서 온도를 측정하면 산과 염기가 중화 반응하는 동안 열이 발생하므로, 산과 염기가 완전히 중화되는 지점에서 혼합 용액의 온도가 가장 높게 나타난다. 계속 염기의 수용액을 가해 주면 혼합 용액의 온도가 다시 낮아진다. 이것은 더 이상 중화 반응이 일어나지 않고 가해 준 수용액이 혼합 용액의 온도를 낮추기 때문이다. 따라서 산과 염기가 중화 반응을 할 때 온도 변화를 측정하면 산이 모두 중화되는 데 필요한 염기의 양을 알 수 있다. 그리고 중화 반응 과정에서 발생하는 열을 **중화열**이라고 한다.

표 Ⅴ-4 중화 반응이 일어날 때의 온도 변화(단, 염산과 수산화 나트륨의 농도는 같다.)

염산+수산화 나트륨 수용액	100 mL+50 mL	100 mL+100 mL	100 mL+150 mL
액성	산성	중성	염기성



산은 수소 이온을 내놓는 물질이고 염기는 수산화 이온을 내놓는 물질이므로, 산과 염기가 반응하면 수소 이온과 수산화 이온이 반응하여 물이 생성된다.

H^+와 OH^-가 많이 반응할수록 열이 많이 발생한다.

$$H^+ + OH^- \rightarrow H_2O + \text{열}$$

따라서 산의 수용액에 염기의 수용액을 가하면 수소 이온의 수가 점점 줄어들어 산성이 약해지다가 결국 중성이 된다. 또 염기의 수용액에 산의 수용액을 가하면 수산화 이온의 수가 점점 줄어들어 염기성이 약해지다가 결국 중성이 된다.

잠깐 체크 같은 농도의 염산 10 mL와 수산화 나트륨 수용액 30 mL를 섞은 경우와 염산 30 mL와 수산화 나트륨 수용액 10 mL를 섞은 경우의 온도를 비교하시오.

탐구 활동 이온 모형을 이용한 중화 반응의 표현 실험

목·표

중화 반응에서 일어나는 이온 사이의 반응을 모형으로 나타낼 수 있다.

준·비·물

두꺼운 비닐종이 3장, 색깔이나 모양이 다른 스티커 4종류, 필기 도구

> **탐 | 구 | 도 | 우 | 미**
>
> **이온의 개수**
> 염산과 수산화 나트륨 수용액의 모형을 만들 때 이온의 개수는 실험자 임의대로 한다. 단, 양이온과 음이온의 수는 같아야 한다.

과정

❶ 두꺼운 비닐종이의 위쪽에 각각 염산, 수산화 나트륨 수용액, 혼합 용액이라고 적는다.
❷ 색깔이나 모양이 다른 스티커 4종류에 각각 H^+, Cl^-, Na^+, OH^-이라고 적는다.
❸ 염산과 수산화 나트륨 수용액이라고 적은 종이에 각각 정해진 개수의 스티커를 붙인다.
❹ 혼합 용액이라고 적은 종이에는 염산과 수산화 나트륨 수용액의 종이에 붙였던 스티커를 모두 이동시켜 붙인다. 이때 H^+과 OH^-은 반쯤 겹쳐 붙인다.



결과 창의 · 인성

1 겹쳐지지 않은 수소 이온과 수산화 이온이 있는가?

2 혼합 용액의 액성은 무엇인가?

염산과 수산화 나트륨 수용액이 중화 반응을 일으킬 때 수소 이온과 수산화 이온이 1 : 1의 개수비로 결합하여 물을 형성하므로 혼합 용액은 남아 있는 이온에 따라 액성이 달라진다. 즉, 수소 이온이 남아 있으면 산성을 띠고 수산화 이온이 남아 있으면 염기성을 띤다. 그리고 중화 반응에 참여하지 않은 염산의 염화 이온과 수산화 나트륨 수용액의 나트륨 이온은 이온 상태로 남아 있다.

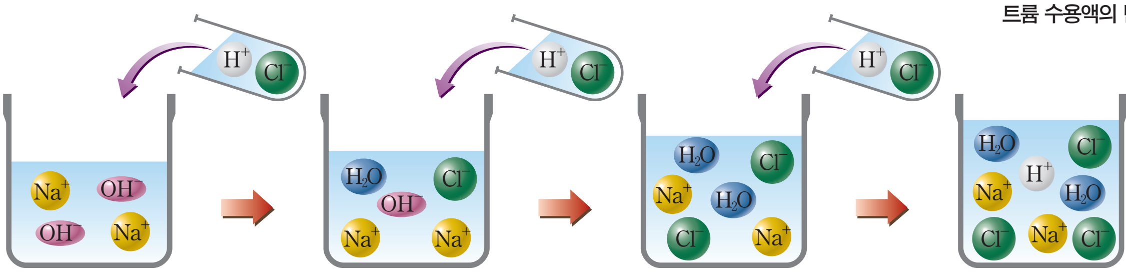


그림 Ⅴ-28 염산과 수산화 나트륨 수용액의 반응 모형

염산과 수산화 나트륨 수용액의 중화 반응에 대한 이온 반응식은 다음과 같다.

염산	HCl	⟶	H^+	+	Cl^-
수산화 나트륨	$NaOH$	⟶	OH^-	+	Na^+
	$HCl + NaOH$	⟶	H_2O	+	$NaCl$ + 중화열

물에 잘 녹는 염과 녹지 않는 염
- 물에 잘 녹는 염: 염화 나트륨, 탄산 나트륨, 염화 암모늄, 질산 은 등
- 물에 잘 녹지 않는 염: 탄산 칼슘, 황산 칼슘, 황산 바륨, 염화 은 등

중화 반응 후 혼합 용액을 가열하여 증발시키면 용액 속에 남아 있던 나트륨 이온과 염화 이온은 흰색 고체의 염화 나트륨(NaCl)으로 남는다. 이때 염화 나트륨과 같이 중화 반응 후 물과 함께 생성되는 물질을 **염**이라고 한다. 염은 반응하는 산과 염기의 종류에 따라 달라지며, 물에 잘 녹는 염도 있고 잘 녹지 않는 염도 있다.

표 V-5 여러 가지 산과 염기의 반응식

산	+	염기	⟶	물	+	염
HCl 염산	+	KOH 수산화 칼륨	⟶	H_2O	+	KCl 염화 칼륨
HNO_3 질산	+	$NaOH$ 수산화 나트륨	⟶	H_2O	+	$NaNO_3$ 질산 나트륨
H_2SO_4 황산	+	$Ca(OH)_2$ 수산화 칼슘	⟶	$2H_2O$	+	$CaSO_4$ 황산 칼슘
CH_3COOH 아세트산	+	$NaOH$ 수산화 나트륨	⟶	H_2O	+	CH_3COONa 아세트산 나트륨

생활 속의 중화 반응

위산이 너무 많이 분비되어 속이 쓰리면 제산제를 먹는다. 제산제는 수산화 마그네슘($Mg(OH)_2$)이나 수산화 알루미늄($Al(OH)_3$)과 같은 약한 염기로 되어 있어서 위산의 주성분인 염산과 중화 반응을 일으켜 속쓰림을 완화시킨다.

또 생선회를 먹을 때 레몬 조각을 생선회에 뿌리면 비릿한 냄새가 없어진다. 비릿한 냄새의 주범은 아민이라는 약한 염기인데, 아민이 레몬의 시트르산과 중화 반응하여 제거되면 비린내가 덜 나게 된다.



그림 V-29 생선회와 레몬

한편, 산성비가 내리면 토양이나 호수가 산성화되기도 하는데 산성화된 토양에서는 식물이 자라기 어렵고 산성화된 호수에서는 물고기가 살기 어렵다. 이러한 토양이나 호수에 염기성 물질인 탄산 칼슘을 뿌려 주면 중화 반응이 일어나 생물들이 잘 살 수 있다.



그림 Ⅴ-30 산성화된 토양과 호수에 탄산 칼슘 살포

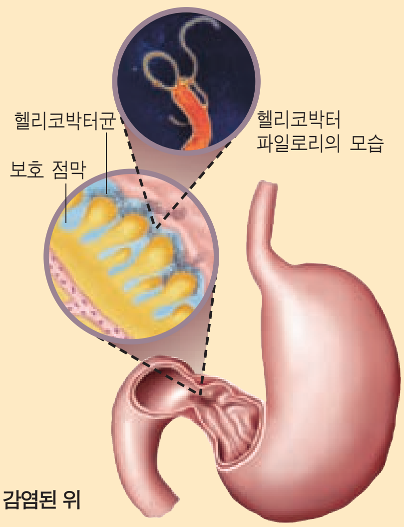
과학 자료실 — 미생물도 중화 반응을 일으킨다!

헬리코박터 파일로리는 나선형의 몸체와 4~8개의 긴 편모로 위 안의 점액층에서 헤엄을 치듯 운동하며 살고 있는 세균이다. 이 세균은 만성 위염, 위 · 십이지장 궤양, 위암, 위 림프종을 일으키는 원인으로 알려져 있다.

위 안은 강한 산성의 위산으로 가득 차 있는데, 이것은 음식과 함께 들어오는 미생물을 죽이고 음식의 부패를 막는다. 그래서 대부분의 병균이나 미생물은 위 속에서 살아남을 수 없다.

그런데 헬리코박터균은 어떻게 위 속에 살 수 있는 것일까? 그 이유는 헬리코박터균이 산을 중화시키는 염기성 물질, 즉 암모니아를 만들기 때문이다. 헬리코박터균은 유리네이즈라는 효소를 많이 갖고 있는데, 이 효소는 요소를 분해하여 암모니아를 만든다. 염기인 암모니아는 위산을 중화하여 헬리코박터균이 살아남을 수 있도록 한다.

헬리코박터균에 감염되면 일반적으로 항생제를 다량 투여하는 요법을 사용하여 치료한다.



헬리코박터균에 감염된 위

자기 주도 학습		
개념 확인하기	**생활 속 문제 해결하기**	**과학과 기술, 사회 연관 짓기**
산성과 염기성을 비교하여 설명해 보자.	머리를 샴푸로 감고 잘 헹구어 내지 않으면 머리카락이 갈라지거나 손상된다. 왜 이런 현상이 나타날까?	산성비가 내려 산성화된 토양이나 물에서는 식물과 물고기가 살기 어렵다. 산성비를 막기 위한 방법을 조사해 보자.

2 중단원 미리 보기

산화-환원 반응



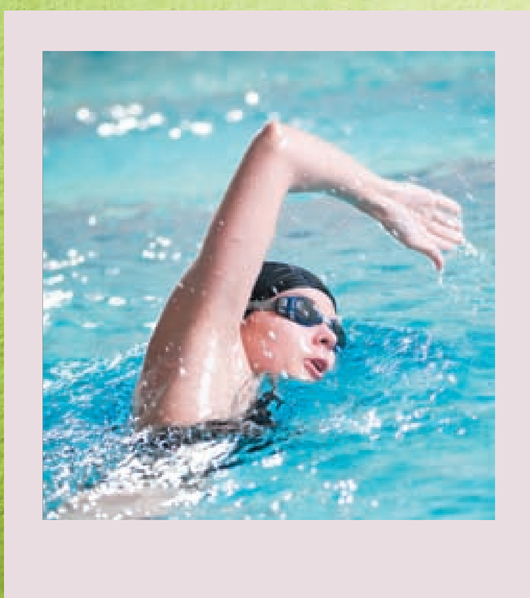
철광석의 환원

철광석에서 철을 얻으려면 어떻게 해야 할까?



광합성에서의 환원

광합성에서와 같이 산소를 내놓는 반응을 무엇이라고 할까?



호흡에서의 산화

호흡할 때와 같이 산소가 참여하는 반응에는 어떤 것들이 있을까?

공기 중에 존재하는 산소는 숨 쉴 때뿐만 아니라 주변의 여러 가지 화학 반응에도 참여한다. 산소가 참여하는 화학 반응을 무엇이라 하며, 이와 같은 반응에는 어떤 것들이 있을까?



종이의 산화

종이가 오래 되면 왜 색이 누렇게 변할까?



철의 산화

오래된 기차에는 붉은색 녹이 생긴다. 기차 외에도 주변의 못, 망치, 칼 등과 같이 철로 만든 물건에는 녹이 생기는데 왜 이런 현상이 나타날까?

2-1 산소와 산화–환원 반응



광합성과 호흡은 생명을 유지하는 데 꼭 필요한 반응이다. 식물은 태양의 빛에너지를 받아 광합성을 하여 산소를 발생시키고, 식물과 동물은 광합성을 통해 만들어진 산소를 호흡하는 데 이용하여 필요한 에너지를 얻는다. 이처럼 생명을 유지하는 데 필요한 광합성과 호흡 반응에는 산소가 관련되어 있다.

이와 같이 산소가 관련된 반응을 무슨 반응이라고 할까?

학습 목표

- 산화 반응과 환원 반응을 산소의 이동으로 설명할 수 있다.
- 산화 반응과 환원 반응을 화학 반응식으로 표현할 수 있다.

산소는 지각의 약 47 %의 질량을 차지하고, 공기 중에는 약 21 %의 부피비로 존재한다. 사람의 몸에는 산소가 약 65 %의 질량비로 존재한다.

산소는 거의 모든 물질과 결합할 수 있을 만큼 반응을 잘한다. 지각에서는 주로 규소나 알루미늄과 결합한 상태로 존재하며, 다른 여러 금속들과 결합한 물질들로도 존재한다.

물질이 산소와 결합하는 대표적인 반응에는 연소 반응이 있는데, 연소 반응처럼 물질이 산소와 결합하는 과정을 **산화**라고 한다. 그리고 산화와 반대로 산소와 결합한 물질이 산소를 잃는 과정을 **환원**이라고 한다.

산화(酸化)
산(酸): 초(산성)
화(化): 되다
산성이 되다 또는 산소와 결합하다.

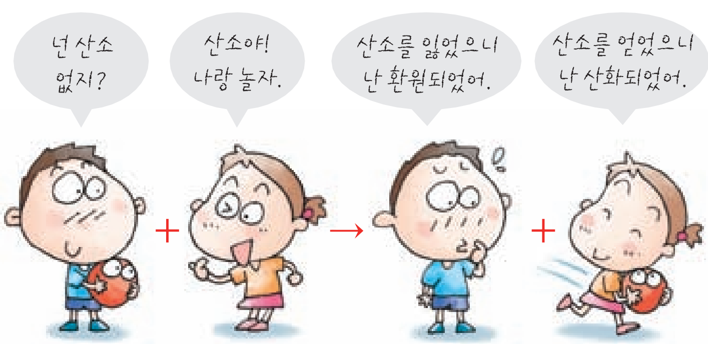


그림 Ⅴ-31 산화–환원 반응 모형

라부아지에는 뜨거운 주철관에 물을 통과시켜 수소를 얻었다. 주철관 속에서 물에 있던 산소가 떨어져 주철관과 결합하였기 때문이다. 이 과정에서 주철관의 철은 산소와 결합하는 반응, 즉 산화가 일어나지만 물은 산소를 잃고 수소로 환원된다.

산화 반응과 환원 반응은 어떻게 일어나며, 어떤 관계가 있는지 알아보자.

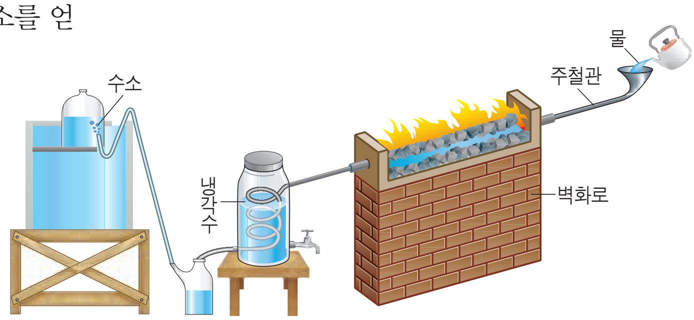


그림 Ⅴ-32 라부아지에의 물 분해 실험

탐구 활동 구리의 산화와 환원 실험

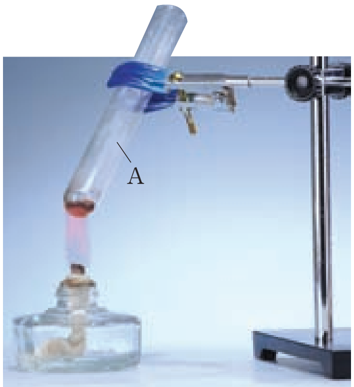
목·표

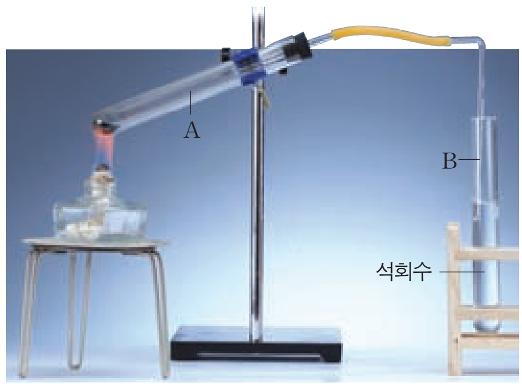
구리 가루의 가열을 통해 산화-환원 반응을 설명할 수 있다.

준·비·물

구리 가루, 숯가루, 석회수, 시험관, 스탠드, 집게, 알코올램프, 삼발이, 쇠그물, 유리관, 고무관, 구멍 뚫린 고무마개, 시험관대, 시험관 집게, 장갑

과정





❶ 시험관 A에 구리 가루를 넣고 알코올램프로 가열하면서 구리 가루의 색을 관찰한다.

❷ 과정 ❶의 시험관에 숯가루를 넣고, 그림과 같이 장치하여 시험관 B 속 석회수의 변화를 관찰한다.

결과

1 구리 가루를 가열하기 전과 후의 색은 어떻게 다른가?

2 석회수의 변화로 알 수 있는 것은 무엇인가?

해석

1 과정 ❶과 ❷의 시험관 A에서 생성되는 물질은 각각 무엇인가?

2 과정 ❶과 ❷에서 일어난 반응을 각각 화학 반응식으로 써 보자.

3 위의 반응식을 각각 산화 반응과 환원 반응으로 구분해 보자.

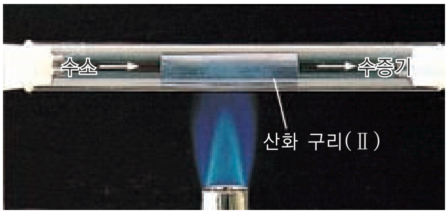


그림 Ⅴ-33 산화 구리(Ⅱ)와 수소의 반응

산화 구리(Ⅱ)(CuO)를 가열하면서 수소 기체를 불어 넣으면 수소는 산소를 얻어 수증기로 산화되고, 산화 구리(Ⅱ)는 산소를 잃어 구리로 환원된다. 이와 같이 산화 반응과 환원 반응은 따로 일어나는 것이 아니라 항상 동시에 일어나며, 환원되는 물질을 **산화제**라고 하고 산화되는 물질을 **환원제**라고 한다.

$$H_2 + CuO \longrightarrow H_2O + Cu$$

(산화: $H_2 \rightarrow H_2O$, 환원: $CuO \rightarrow Cu$)

마그네슘은 이산화 탄소와 반응을 매우 잘하는 금속으로, 마그네슘과 이산화 탄소의 반응에서도 산화 반응과 환원 반응이 동시에 잘 일어난다.

움푹한 구멍이 있는 드라이아이스 안에 마그네슘 가루를 넣고 마그네슘 리본을 도화선으로 하여 불을 붙이면 마그네슘이 연소하기 시작한다. 드라이아이스 뚜껑을 덮고 놔두면 드라이아이스 안에서 계속 연소가 일어나 불빛이 보인다. 불이 꺼진 후 드라이아이스 뚜껑을 열어 보면 흰색 가루와 검은색 덩어리가 보인다. 흰색 가루는 산화 마그네슘(MgO)이고, 검은색 덩어리는 탄소이다. 마그네슘과 고체 이산화 탄소인 드라이아이스가 반응하여 산화 마그네슘과 탄소로 변한 것이다.



그림 Ⅴ-34 마그네슘과 드라이아이스의 반응

이 과정에서 이산화 탄소에 있던 산소는 마그네슘으로 옮겨 간다. 따라서 마그네슘은 산소를 얻어 산화되고 이산화 탄소는 산소를 잃고 환원된다.

$$2Mg + CO_2 \longrightarrow 2MgO + C$$

(산화: $Mg \rightarrow MgO$, 환원: $CO_2 \rightarrow C$)

마그네슘에 의한 화재
마그네슘과 같이 반응성이 큰 금속에 의한 화재는 물을 뿌리거나 이산화 탄소 소화기를 사용하면 더 큰 화재를 일으키므로 금속 화재용 소화기나 마른 모래를 사용한다.

드라이아이스의 온도가 매우 낮을 뿐 아니라 산소 기체가 없는데도 마그네슘이 연소할 수 있는 것은 마그네슘이 탄소보다 산소와 결합을 더 잘하기 때문이다.



마그네슘과 드라이아이스의 반응, 성냥이 타는 것과 같은 연소 반응은 눈에 보일 정도로 격렬한 반응이 일어나지만, 못을 물에 담가 두면 몇 시간이 지나야 녹슨 것을 관찰할 수 있다. 성냥의 연소와 못의 부식 과정은 모두 산소와 결합하는 산화이지만, 산화하는 빠르기가 다르다.

즉, 연소는 산화가 빠르게 일어나는 예이고 부식은 산화가 느리게 일어나는 예이다.

폭발은 짧은 시간 안에 빛과 열이 한꺼번에 방출되고 많은 양의 기체가 생성물로 만들어지는 빠른 연소 반응이다. 연소는 빠른 산화 반응이지만 폭발은 연소보다 더 빠른 산화 반응이다. 그리고 사과를 깎아 공기 중에 놓아두면 갈색으로 변하는 현상도 사과에 들어 있는 성분이 산화되는 과정이다. 사과의 변색 과정은 연소처럼 눈에 띌 만큼 빠르게 일어나지는 않지만, 못이 녹스는 과정보다는 빠르다.

산화－환원 반응이 빠르거나 느린 것은 상대적이며, 빠른 산화 과정이 있는 반면 반응이 일어나는 과정을 눈으로 확인하기 어려울 정도로 느리게 일어나는 과정도 있다.

스스로 해결하기
연소와 같이 (　　　) 산화 과정이 있는 반면, 못이 녹스는 과정과 같이 (　　　) 산화 과정도 있다.



그림 Ⅴ-35 산화 반응의 빠르기

잠깐 체크 다음 반응에서 산화와 환원을 구분해 보자.

$$2Al + Fe_2O_3 \longrightarrow Al_2O_3 + 2Fe$$

(㉠ 　　　): $Al \rightarrow Al_2O_3$

(㉡ 　　　): $Fe_2O_3 \rightarrow 2Fe$

산소와 결합한 물질은 어떤 특징이 있을까?

산소와 결합하여 산화된 물질을 산화물이라고 한다. 탄소가 산화되면 이산화 탄소가 생성되고, 이산화 탄소를 물에 녹인 탄산수는 산성이다. 탄소와 같은 비금속 원소의 산화물은 물에 녹아 산성을 띠는 성질이 있다.

황이나 질소가 산화된 물질도 물에 녹으면 강한 산성을 띤다. 화석 연료의 연소 과정에서 발생한 황 산화물이나 질소 산화물이 공기 중으로 배출되면 빗물에 녹아 산성비를 만들기도 한다. 따라서 황 산화물이나 질소 산화물이 공기 중으로 배출되기 전에 염기성 물질을 이용하여 제거하면 대기오염을 방지할 수 있다.

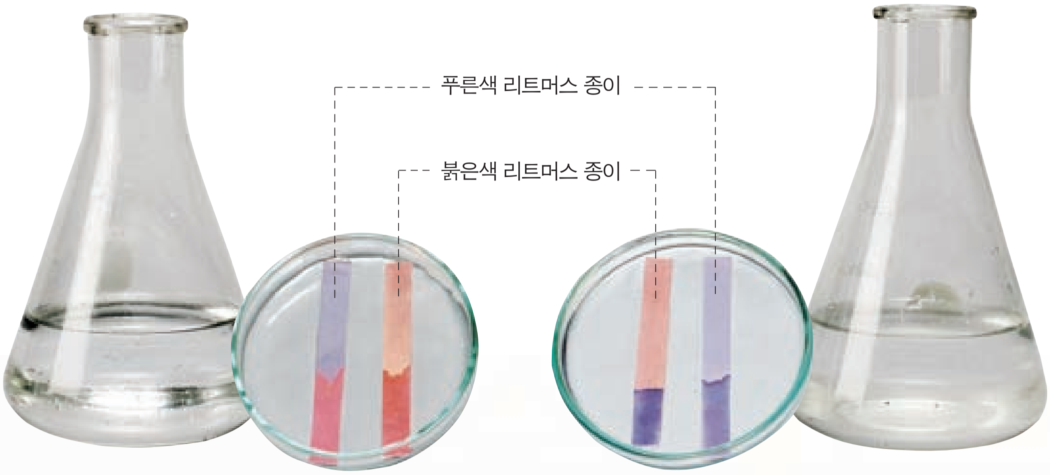


그림 Ⅴ-36 탄산음료_ 이산화 탄소가 물에 녹아 있는 탄산수는 산성이다.

그림 Ⅴ-37 수산화 칼슘 수용액_ 금속 산화물인 산화 칼슘은 물에 녹아 수산화 칼슘이 만들어지면서 염기성 용액이 된다.

이에 비해 금속이 산화되어 생성된 산화물은 물에 녹으면 염기성을 나타낸다. 예를 들어 생석회라고도 부르는 칼슘의 산화물인 산화 칼슘(CaO)을 물에 녹이면 염기성의 석회수($Ca(OH)_2$)가 된다. 산화 칼슘은 산성비가 내려 산성화된 흙이나 호수를 중화시키기 위해 뿌리기도 한다.

또한 금속 표면에 녹이 생겼을 때 녹 성분인 염기성의 금속 산화물을 산성 용액으로 닦으면 금속 표면을 깨끗하게 만들 수 있다.



그림 Ⅴ-38 산성 용액을 이용한 금속 표면의 녹 제거

자기 주도 학습

개념 확인하기

산소와 결합하는 화학 반응을 무엇이라고 하는가?

생활 속 문제 해결하기

사과의 갈변 현상을 막기 위해 사과를 물에 넣는 이유를 산화와 관련지어 설명해 보자.

STEAM 융합

산소의 발견

칼 제라시와 로알드 호프만이 쓴 과학 연극 '산소'는 노벨상 제정 100주년을 맞이하여, 노벨상 위원회에서 1901년 이전의 과학자 중에서 산소를 발견한 사람에게 거꾸로 노벨 화학상을 수여하기로 결정하면서 이야기가 전개된다.

18 세기 회상 장면에는 거꾸로 노벨 화학상의 후보인 셸레, 라부아지에, 프리스틀리와 그들의 부인들이, 21세기 현재 장면에서는 위원장을 비롯한 여섯 명의 과학자가 등장한다. 21세기 노벨상 위원회의 과학자들은 18세기의 세 과학자들 사이에서 일어난 일들을 추적하면서 과연 산소의 발견자가 누구인지에 대해 논의한다.

셸레는 시간적으로 가장 먼저 산소를 발견한 것으로 보이지만, 산소의 발견을 발표하지 않았다. 셸레는 자신의 발견에 대해 라부아지에에게 편지를 썼지만 자신이 발견한 기체가 어떤 기체인지를 알지 못했다. 비슷한 시기에 프리스틀리는 셸레와는 독자적으로 산소를 발견하고 이를 발표하였다. 그러나 산소의 존재를 모르던 그 당시 대부분의 사람들은 물질이 연소될 때 플로지스톤이라는 원소가 빠져나가면서 질량이 줄어든다고 생각하였다. 산소를 발견한 프리스틀리조차 산소가 어떤 기체인지를 잘 알지 못하여 연소 반응을 산소와의 결합으로 설명하지 않고 플로지스톤이 빠져나간다고 하는 당시의 잘못된 이론을 믿고 있었다. 셸레의 편지와 프리스틀리의 새로운 기체 발견에 대한 발표 사실들로부터 라부아지에는 산소를 만드는 방법을 알게 되었다. 라부아지에는 정밀하게 실험을 하여 새롭게 발견된 이 기체가 연소, 호흡 등에 필요한 기체라는 사실을 발견하였고, 기체에 '옥시전(oxygen)', 즉 산소라는 이름을 붙여 주었다.

글 쓰 기 • 산소를 처음 발견한 사람은 과연 누구라고 해야 할지 자신의 생각을 글로 써 보자.
• 과학 연극에 어떤 것들이 있는지 알아보고, 과학 연극 공연을 관람해 보자.



2-2 일상생활에서의 산화－환원 반응

학습 목표

- 생활 주변에서 산화 반응과 환원 반응의 예를 찾을 수 있다.

칼이나 망치와 같은 작은 도구가 아닌 최초의 철 구조물은 1779년 영국 중서부 세번강에 만들어져 1986년에 유네스코 세계 문화유산으로 지정된 아이언브리지이다. 이와 같은 철 구조물들이 본격적으로 등장하게 된 것은 1889년 파리 박람회의 상징으로 에펠 탑이 세워진 이후이다. 파리에서는 이런 아름다운 구조물들이 부식되지 않고 그대로 보존되도록 하기 위해 눈이 많이 와도 제설용 염화 칼슘의 사용을 자제한다고 한다.

우리나라에도 철 구조물이 많이 있으며, 철 구조물을 보존하기 위해 노력한다. 광화문 앞에 있는 이순신 장군 동상의 겉은 청동으로 되어 있고 내부에는 철로 된 보강재가 있는데, 2010년에는 안팎으로 부식된 동상을 수리 · 보강하기 위해 보수 공사를 하였다.

철의 부식은 우리 주변에서 흔히 접할 수 있는 산화 반응이며, 산화된 철에서 다시 철을 얻는 과정은 환원 반응이다. 부식이나 철을 얻는 과정 외에 주변에서 일어나는 산화 환원 반응에는 또 어떤 것들이 있을까?



그림 Ⅴ-39 이순신 장군 동상



그림 Ⅴ-40 철제 교량

철은 B.C. 3000년경 철기 시대부터 사용된 금속이지만 부식이 잘 일어나기 때문에 현재까지 원래의 모양 그대로 남아 있는 유물이 흔치 않다.

삼국 시대의 유물인 고리자루 칼을 보면 오랜 시간이 지나 녹이 슬어 있다. 은으로 이루어진 손잡이 부분은 거의 녹이 슬지 않았지만, 철로 된 부분은 형태를 알아볼 수 없을 정도로 많이 녹슬어 있다. 청동으로 만들어진 유물도 오랜 시간에 걸쳐 표면이 부식된 것을 볼 수 있는데, 이와 같이 금속이 부식되는 정도는 종류에 따라 다르다.



ⓐ 그림 Ⅴ-41 고리자루 칼(삼국 시대)



ⓐ 그림 Ⅴ-43 비파형 청동 검(청동기 시대)

시간이 지나면서 철이 부식되어 구조가 약해지고 부서지는 현상은 산화가 일어나기 때문이다. 철은 산화가 잘 일어나기 때문에 자연 상태에서는 금속 형태로 존재하지 않는다.

철이 부식되는 조건을 알아보기 위해 젖은 휴지, 기름, 실리카 젤이 담긴 페트리 접시에 못을 넣어 두면 젖은 휴지에 놓인 못이 가장 빨리 녹슨다.

실리카 젤
표면적이 매우 넓어 물이나 알코올 등을 흡수하는 능력이 매우 뛰어나 제습제로 많이 사용된다.



ⓐ 그림 Ⅴ-42 철의 부식 정도 비교

이를 통해 철은 물이 있으면 녹이 잘 슨다는 것을 알 수 있다. 그리고 기름에 잠긴 못이 실리카 젤에 들어 있는 못보다 덜 녹슨 것을 통해 녹스는 과정에는 산소가 필요함을 알 수 있다.

따라서 철의 산화 과정에는 물과 산소가 필요하다는 것을 알 수 있다.

철의 산화 과정

철(Fe) $\xrightarrow{\text{물, 산소}}$ 산화 철(Ⅲ)(Fe_2O_3)

자연 상태의 산화된 철에서 우리가 사용하는 철을 어떻게 얻을 수 있을까?

철광석은 자연 상태에서는 주로 산소와 철이 결합한 형태인 산화 철(Ⅲ)(Fe_2O_3)이나 사산화 삼철(Fe_3O_4)으로 존재한다. 철광석에서 철을 얻으려면 철광석에 포함된 성분으로부터 산소를 떼어 내야 한다. 이 과정을 철의 제련 과정이라고 한다.

먼저 용광로 속에 철광석과 코크스, 석회석을 함께 넣고 높은 온도의 공기를 불어 넣는다. 그러면 철광석이 녹고 코크스(C)는 산소와 결합하면서 불완전 연소하여 일산화 탄소(CO)가 된다. 일산화 탄소는 철광석으로부터 산소를 빼앗아 이산화 탄소(CO_2)가 되고 철(Fe)이 얻어진다.

$$2C + O_2 \longrightarrow 2CO$$

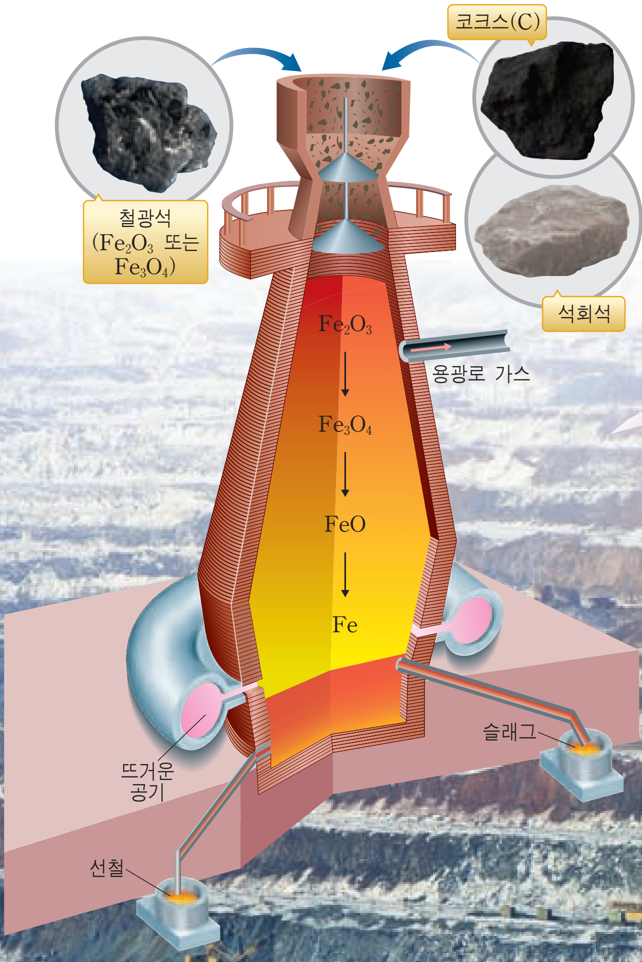
$$Fe_2O_3 + 3CO \longrightarrow 2Fe + 3CO_2$$

이 과정에서 탄소는 뜨거운 공기 중의 산소와 결합하여 일산화 탄소로 산화되고, 일산화 탄소는 철광석에서 산소를 얻어 이산화 탄소로 산화된다. 철광석에서 산화 철로 있던 철은 산소를 잃고 환원된다.

철광석에서 철 이외의 광물 성분들은 함께 넣어 준 석회석과 함께 슬래그로 만들어져 제거된다.

철 이외에 구리나 알루미늄 등도 자연에서는 산화물로 존재하므로, 금속 형태로 얻기 위해서는 적절한 방법으로 산소를 떼어 내는 제련 과정을 거쳐야 한다.

그림 Ⅴ-44 용광로에서 철의 제련





일상생활에서 철은 그대로 놓아 두면 공기 중의 산소와 수증기에 의해 부식되어 사용할 수 없게 되는 경우가 있다. 어떻게 하면 철의 부식을 막을 수 있을까?

철에 녹이 슬지 않게 하기 위해서는 녹스는 데 필요한 물과 산소를 차단하는 것이 가장 간단한 방법이다. 예를 들어 페인트나 기름 등을 칠하여 철이 공기와 직접 닿지 않도록 하는 것이다. 그 밖에도 다른 금속과 혼합하는 방법이 있다. 스테인리스강은 철에 크로뮴, 니켈 등을 섞어 만든 것으로서, 녹슬지 않는 철이라는 뜻을 가진다.


페인트칠을 한다.


기름칠을 한다.


스테인리스강으로 만든다.

그림 Ⅴ-45 철의 부식 방지 방법

과학자료실 알루미늄의 산화 방지 방법_ 아노다이징

생활 속에서 알루미늄은 자동차 바퀴의 휠, 자전거의 일부, 냄비, 창틀 등으로 많이 사용된다. 알루미늄은 철보다 산화가 잘 되는 금속이지만 알루미늄으로 된 물건들은 쉽게 부식되지 않는다. 알루미늄이 산화되면 산화 알루미늄이 되는데, 이것은 알루미늄 표면에 치밀한 막을 만들어 안쪽의 알루미늄이 산화되는 것을 막아 준다. 그러나 알루미늄이 자연적으로 산화되면 불규칙적으로 산화가 일어나기 때문에 표면이 깨끗하지 않고, 산화 알루미늄의 막이 얇게 만들어져 쉽게 긁혀 부식되기 때문에 안쪽을 충분히 보호하기가 어렵다. 이러한 현상을 막기 위한 방법이 아노다이징이다.

아노다이징은 알루미늄 판을 전극에 연결하고 전기 분해의 원리를 이용하여 일정한 두께의 산화 알루미늄이 고르게 만들어지도록 하는 과정이다. 아노다이징을 하면 산화 알루미늄을 충분히 두껍게 만들 수 있어 안쪽 알루미늄에 흠집이 잘 생기지 않도록 할 수 있다. 한편, 알루미늄의 아노다이징 과정에서는 우물 모양의 구멍이 생기는데 여기에 염료가 들어가도록 하여 색을 띠게 할 수도 있다.


아노다이징 제품

아노다이징 과정

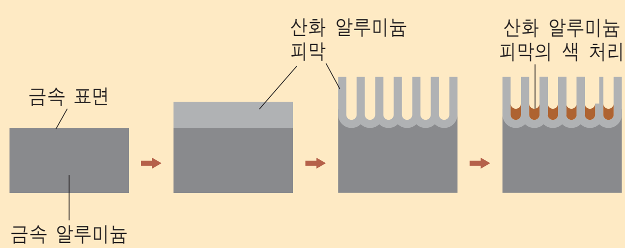




그림 Ⅴ-46 섬유의 표백 전과 후

이 밖에도 주변에서 볼 수 있는 산화–환원 반응에는 여러 가지가 있다.

섬유 등에 부착되어 있는 색소나 불순물을 제거하면 흰색 섬유가 된다. 이때 산화–환원 반응을 이용하면 섬유는 손상시키지 않으면서 색소만 제거할 수 있으며, 이러한 역할을 담당하는 물질이 표백제이다. 표백제에는 물질을 잘 산화시키는 성질을 이용한 산화 표백제와 환원시키는 성질을 이용한 환원 표백제가 있다.

식품의 색깔을 없애는 데에도 표백제가 사용되는데, 표백제가 인체에 미치는 영향을 고려하여 그 종류와 사용량을 식품 위생법에 따라 제한하고 있다.



그림 Ⅴ-47 포도를 산화시켜 만든 포도주

당도가 높은 포도를 이용하여 술을 빚는 과정에서도 산화–환원 반응이 이용된다. 포도의 당분이 분해되어 생성된 포도당이 산화되면 에탄올을 포함한 술이 된다. 과일을 이용하여 식초를 만드는 과정에서는 과일의 당분으로부터 만들어진 에탄올이 더 산화되어 아세트산이 된다.

그리고 음식물이 산화되지 않도록 할 때에도 산화–환원 반응을 이용한다. 포장되어 판매되는 빵은 포장 과정에서 산화 방지제를 넣는 경우가 있다. 빵에 넣는 산화 방지제에는 철가루가 들어 있어 철이 산화되면서 산소를 제거하여 빵이 산화되는 것을 막아 준다.



그림 Ⅴ-48 포장 빵의 산화 방지제



수돗물의 정수 과정에서는 물속의 불순물을 제거한 후 마지막 단계에서 미생물을 제거하기 위해 여러 가지 방법을 사용하는데, 오존(O_3)을 이용하면 반응성이 큰 오존이 물속의 물질들과 미생물을 산화시켜 깨끗한 물을 만든다.

또한 우리가 자주 섭취하는 채소와 과일에는 항산화 물질이 많아 건강에 좋다고 하는데 항산화 물질은 무엇이며, 산화 반응과 어떤 관련이 있을까?

항산화제는 산화 방지제라고도 하며, 다른 물질이 산화되는 것을 막아 줄 수 있는 물질이다.



그림 Ⅴ-49 항산화 물질을 포함한 채소와 과일

산화 반응과 관련된 산소는 우리가 호흡하는 데 꼭 필요한 물질이다. 그러나 호흡 과정에서 반응성이 큰 물질들이 만들어져 몸안에 있는 물질들의 산화가 과도하게 일어날 수 있다. 항산화 물질은 이런 반응성이 큰 산소들과 먼저 반응을 일으켜 우리 몸 안에서 산화가 과도하게 일어나는 것을 막는 항산화제로 작용한다.

항산화 효과가 있는 물질은 자연계에 매우 많다. 바이타민 C, 바이타민 E, 보라색 과일이나 채소에서 볼 수 있는 안토사이아닌, 플라보노이드 등이 항산화 효과를 가지고 있다.

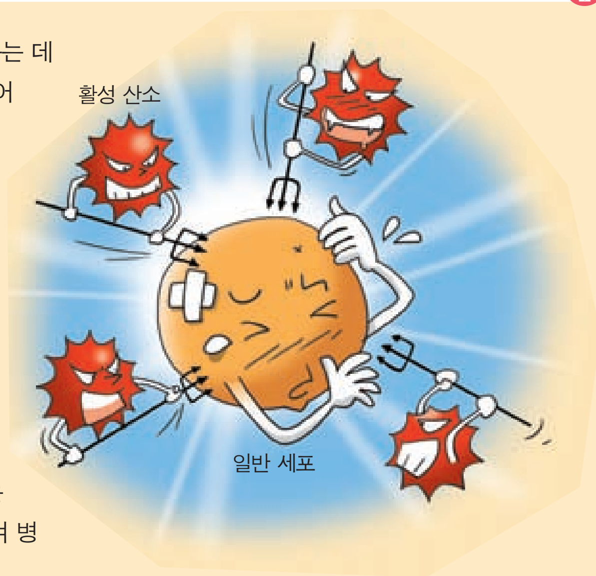
잠깐 체크 과일이나 채소에 많이 포함된 바이타민 C처럼 산소와 반응을 잘하여 다른 물질의 산화를 막아 주는 물질을 무엇이라고 하는가?

과학 자료실 | 활성 산소

산소는 혈관을 통해 우리 몸 구석구석으로 퍼지면서 살아가는 데 필요한 활력을 주는 중요한 역할을 한다. 그러나 몸속으로 들어간 산소는 산화 과정을 거치면서 불안정한 상태의 산소로 변하는데, 이것이 또 다른 산소인 활성 산소이다.

활성 산소는 불안정하기 때문에 사람의 몸속에서 산화 작용을 일으킨다. 이렇게 되면 세포막, DNA를 비롯한 세포 구조가 손상되고, 손상된 정도에 따라 세포가 기능을 잃거나 변질된다. 따라서 여러 가지 질병에 걸리기도 하며 노화를 촉진시킨다. 실제로 현대인의 질병 중 약 90 %가 활성 산소와 관련되어 있다고 알려져 있다.

그러나 활성 산소가 나쁜 영향을 주는 것만은 아니다. 병원체나 이물질을 제거하기 위한 생체 방어 과정에서 발생하는 산소나 과산화 수소와 같은 활성 산소는 강한 살균 작용을 하여 병원체로부터 인체를 보호하기도 한다.



탐구 활동 일상생활에서의 산화–환원 반응 조사

다음은 나의 하루 일과를 나타낸 것이다.



◯7:00 기상

우리 가족과 이모네 가족이 캠핑장으로 야유회를 가기로 한 날이다. 맛있는 냄새가 나서 부엌에 가 보니 가스레인지 위에서 찌개가 맛있게 끓고 있다.

"우와~ 맛있겠다!" 우리집 가스레인지는 도시가스를 사용한다. 도시가스 성분에 대해 과학 시간에 배웠는데 잘 생각이 나지 않는다. 어쨌든 연료가 타면서 발생하는 열이 음식 재료들을 맛있게 만들어 준다.



◯10:00 캠핑장

일곱 살 된 쌍둥이 사촌 동생 철수와 철희는 재미있게 생긴 모자를 쓰고, 물총을 한 개씩 들고 나타났다.

우리가 자리를 편 옆에는 숲이 우거져 있었다.

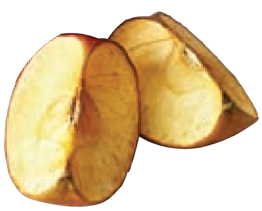
"녹색 이파리들이 열심히 광합성을 하고 있겠지. 아, 나뭇잎들이 내놓는 산소를 흡입해 줘야겠다. 후~, 하~"



◯12:00 점심

이리저리 뛰어다니는 사촌 동생들을 쫓아다니면서 놀다 보니 정말 배가 고팠는데 점심 식사가 아주 꿀맛이다.

캠핑장에서는 역시 상추쌈이 최고이다. 이 쌈장은 외할머니께서 작년에 담그신 된장으로 만든 것인데 정말 맛있다. 된장 같은 콩 발효 식품이 항암 효과도 좋다는데, 우리 가족 모두 건강하게 오래오래 행복했으면 좋겠다.



◯14:00 휴식

"얘들아, 이리 와서 과일 먹어라."

밥을 먹자마자 개울가에서 뛰어놀던 동생들을 데리고 가 보니 깎아 놓은 사과가 벌써 갈색으로 변하기 시작했다.

사과는 왜 색깔이 쉽게 변하는 것일까?



◯17:00 귀가

즐거운 하루를 보내고 돌아온 우리.

"어? 먹다 만 밥이 아직도 놓여 있네."

그런데 냄새가 이상하다. 아침에 밥이 많다고 남긴 것을 미처 치우지 못했는데 이런 일이 일어나다니…… 음식을 버리면 안 되는데…….

목·표

우리 주변에서 산화－환원 반응의 예를 찾을 수 있다.

준·비·물

잡지나 신문, 도화지, 가위, 풀, 색연필 또는 여러 가지 색깔의 사인펜

⚠ 유·의·점

오려도 되는 자료만 오리도록 한다.

과정

❶ 나의 하루 일과에 나타난 여러 가지 산화－환원 반응을 찾아본다.
❷ 잡지나 신문에서 산화 환원 반응을 더 찾아 그 내용을 오려서 도화지에 붙이거나 글과 그림으로 표현한다.
❸ 모둠별로 찾은 산화 환원 반응을 발표한다.



결과

1 나의 하루 일과에서 산화－환원 반응을 세 가지 이상 찾아 기록해 보자.

	산화－환원 반응
①	
②	
③	

2 각 모둠의 결과를 발표해 보자. 다른 모둠의 결과 중에서 우리 모둠에서 찾지 못한 것이 있는가?

해석 창의 · 인성

산화－환원 반응의 예들 중 하나를 골라 산화된 물질과 환원된 물질을 찾아보자.

액화 천연 가스(LNG)나 액화 석유 가스(LPG)에 불을 붙이면 연소 반응이 일어나는데, 이는 산화 반응의 대표적인 예이다. 종이가 오래되면 누렇게 변하는 것도 종이를 이루고 있는 셀룰로스가 산화되어 일어나는 변화이다. 이와 같이 산화－환원 반응은 우리 생활 가까이에서 다양하게 일어나고 있다.

자기 주도 학습

생활 속 문제 해결하기

겨울철에 제설제를 뿌린 도로를 주행한 차는 반드시 세차를 하는 것이 좋다고 하는데 그 이유를 설명해 보자.

과학과 기술, 사회 연관 짓기

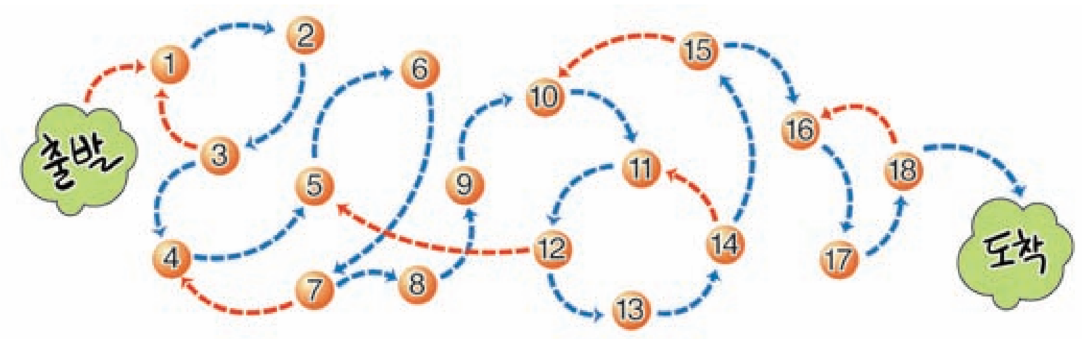
화재로 미술 작품에 생긴 그을음에 산소 원자를 쏘여 주면 복원된다고 한다. 이 현상을 산화－환원 반응을 이용하여 설명해 보자.

대단원 마무리

V. 여러 가지 화학 반응

개념 정리하기

▨ 출발점에서 시작하여 번호 순서대로 문제를 풀어 나가면서 도착점까지 이동합니다.



❶ 물에 녹아 수소 이온(H^+)을 내놓는 물질을 ☐(이)라고 한다.

❷ 산 수용액에 ☐ 용액을 떨어뜨리면 노란색으로 변한다.

❸ 산은 알루미늄과 같은 ☐과(와) 반응하여 수소 기체를 발생한다.

❹ 위에서 분비되어 단백질의 소화를 돕고 살균 작용을 하는 것은 ☐이다.

❺ 수산화 이온(OH^-)을 내놓는 물질을 ☐(이)라고 한다.

❻ 염기 수용액에 ☐ 용액을 떨어뜨리면 붉은색으로 변한다.

❼ 산과 염기의 수용액에 전원 장치를 연결하면 ☐(이)가 흐른다.

❽ 강산이나 강염기는 ☐(이)가 잘 일어난다.

❾ 산화 칼슘이 주성분이며, 물과 반응하여 수산화 칼슘이 되는 것은 ☐이다.

❿ 상온의 수용액이 산성이면 ☐(이)가 7보다 작고 염기성은 7보다 크며, 중성은 7이다.

⓫ 산과 염기가 반응할 때 수소 이온과 수산화 이온이 만나서 ☐(이)가 만들어지고, 산의 음이온과 염기의 양이온이 만나서 염이 만들어진다.

⓬ ⓫번과 같은 반응을 ☐ 반응이라고 한다.

⓭ 산과 염기가 반응할 때에는 열이 발생하여 ☐(이)가 올라가고, 중화점 이후에는 열이 발생하지 않는다.

⓮ 물질이 산소를 얻는 반응을 ☐ 반응이라고 한다.

⓯ 물질이 산소를 잃는 반응을 ☐ 반응이라고 한다.

⓰ 산화 반응과 환원 반응은 항상 ☐ 일어난다.

⓱ 비금속의 산화물은 물에 녹아 산성을 띠고, 금속의 산화물은 물에 녹으면 ☐을(를) 띤다.

⓲ 철의 제련 과정에서 철광석 속의 철은 ☐되고, 금속 철이 부식되는 과정에서는 ☐된다.

개념 적용하기

1 산의 성질에 대한 설명으로 옳지 <u>않은</u> 것은?

① 신맛을 낸다.
② 수용액은 전류를 흐르게 한다.
③ 상온에서 모두 액체 상태로 존재한다.
④ 푸른색 리트머스 종이를 붉은색으로 변화시킨다.
⑤ 수용액에 마그네슘 조각을 넣으면 수소 기체가 발생한다.

2 다음 물질들의 공통점으로 옳은 것을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

암모니아, 수산화 나트륨, 수산화 칼슘

보기

ㄱ. 상온에서 기체이다.
ㄴ. 물에 잘 녹지 않는다.
ㄷ. 물에 녹아서 전류를 흐르게 한다.
ㄹ. BTB 용액을 떨어뜨리면 파란색으로 변한다.
ㅁ. 물에 녹인 후 마그네슘을 넣으면 수소 기체가 발생한다.

① ㄱ, ㄴ ② ㄴ, ㄷ ③ ㄴ, ㄹ
④ ㄷ, ㄹ ⑤ ㄷ, ㄹ, ㅁ

3 산과 염기의 반응 세 가지를 화학 반응식으로 나타낸 것이다. 각 화학 반응식의 빈칸에 알맞은 물질을 계수와 함께 쓰시오.

(1) $2HCl + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaCl_2 + (\quad)$
(2) $H_2SO_4 + 2NaOH \longrightarrow (\quad) + 2H_2O$
(3) $H_2SO_4 + Ca(OH)_2 \longrightarrow (\quad) + (\quad)$

4 표는 농도가 같은 20°C의 염산과 수산화 나트륨 수용액의 혼합 용액의 최고 온도를 측정한 결과이다.

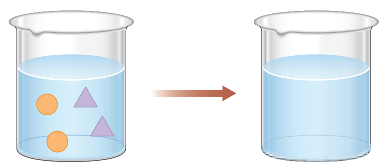
실험	1	2	3	4
염산의 부피(mL)	10	20	20	15
수산화 나트륨 수용액의 부피(mL)	40	30	20	10
최고 온도(°C)	21	22	23	22

혼합 용액에 BTB 용액을 떨어뜨렸을 때 초록색을 나타내는 실험은 어느 것인지 쓰시오.

5 중화 반응이 이용되는 예로 옳지 <u>않은</u> 것은?

① 산성화된 토양에 석회 가루를 뿌린다.
② 생선 비린내를 없애기 위해 레몬을 뿌린다.
③ 벌에 쏘이거나 벌레에 물리면 암모니아수를 바른다.
④ 진한 황산을 이용하여 여러 가지 시약을 건조시킨다.
⑤ 비누로 머리를 감아 머리카락이 뻣뻣할 때에는 식초 물로 헹군다.

6 그림은 묽은 염산에 들어 있는 이온을 모형으로 나타낸 것이다. 이 용액에 BTB 용액을 한두 방울 넣은 후 수산화 나트륨 수용액을 조금씩 넣어 용액이 초록색이 되었을 때, 이 혼합 용액 속의 이온 모형을 그리시오. (단, △는 수소 이온, ●는 염화 이온, ★는 나트륨 이온, ■는 수산화 이온이고, 물 분자는 표시하지 않는다.)



개념 적용하기

7 산화-환원 반응에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 환원은 산소와 결합하는 반응이다.
② 비금속 산화물은 산과 중화 반응을 한다.
③ 금속의 부식은 금속이 산화되어 일어난다.
④ 산화가 일어나면 환원은 일어나지 않는다.
⑤ 외부 조건이 같으면 금속들은 같은 빠르기로 부식된다.

8 다음 반응에서 밑줄친 물질이 산화되었으면 '산화', 환원되었으면 '환원'이라고 쓰시오.

$$\underline{Fe_2O_3} + 3\underline{CO} \rightarrow 2Fe + 3CO_2$$

9 빠른 산화와 느린 산화에 대한 설명으로 옳은 것은? (정답 2개)

① 금속의 산화는 빠른 산화이다.
② 비금속의 산화는 느린 산화이다.
③ 모두 산소와 결합하는 반응이다.
④ 연소는 부식보다 느린 산화이다.
⑤ 같은 종류의 물질도 빠른 산화와 느린 산화가 모두 일어날 수 있다.

10 산화-환원 반응의 예를 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. 해안가에 방치된 배에 녹이 슨다.
ㄴ. 드라이아이스 속에서 마그네슘이 연소한다.
ㄷ. 위산이 너무 많이 분비되면 제산제를 먹는다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

11 철이 산화되는 것을 방지하기 위한 방법으로 옳은 것을 〈보기〉에서 있는 대로 고르시오.

보기
ㄱ. 기계에 기름칠을 한다.
ㄴ. 표면에 금 도금을 한다.
ㄷ. 대문에 페인트를 칠한다.
ㄹ. 프라이팬 표면에 산화 철의 피막을 입힌다.

12 어떤 물질 A를 연소시킨 후 생성된 물질 B를 물에 녹였다. B를 녹인 물에 페놀프탈레인 용액을 두 방울 떨어뜨렸더니 붉은색으로 변하였다.

보기
ㄱ. A는 비금속이다.
ㄴ. A는 산화되었다.
ㄷ. B 수용액은 산성이다.
ㄹ. B 수용액은 전류를 흐르게 한다.

이에 대한 설명으로 옳은 것을 〈보기〉에서 있는 대로 고르시오.

13 과거에는 철도 레일을 용접할 때 테르밋 반응을 사용하였다. 알루미늄(Al) 가루와 사산화 삼철(Fe_3O_4) 가루를 도가니에 넣고 불을 붙이면 매우 많은 열을 내면서 다음과 같은 반응이 일어난다.



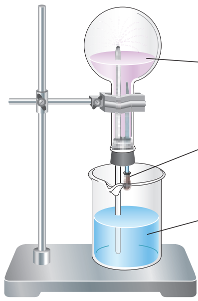
$$8Al + 3Fe_3O_4 \rightarrow 4Al_2O_3 + 9Fe$$

이 반응에서 산화된 물질과 환원된 물질을 쓰고, 이 반응이 어떻게 용접에 사용될 수 있는지 설명하시오.

개념 응용하기

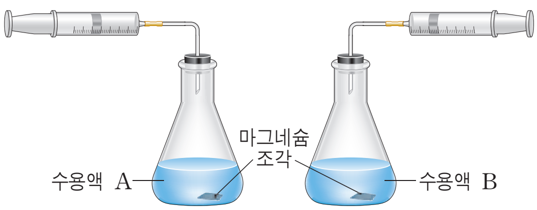
탐구력 기르기

1 암모니아 기체가 들어 있는 둥근 바닥 플라스크를 그림과 같이 장치한 다음, 스포이트를 눌러 물 한 방울이 플라스크 속에 들어가게 하였더니 붉은색의 분수가 생겼다. 이 실험으로 알 수 있는 암모니아의 성질을 두 가지만 쓰시오.



탐구력 기르기

2 농도가 같은 산의 수용액이 들어 있는 삼각 플라스크에 같은 크기의 마그네슘 조각을 넣고 일정한 시간이 지난 후 주사기에 모인 기체의 부피를 측정하였다.



위 실험 결과를 이용하여 A와 B 수용액의 pH의 크기를 비교하여 설명하시오.

탐구력 기르기

3 그림과 같이 산 또는 염기의 수용액이 들어 있는 세 개의 비커가 있다.



여분의 비커와 온도계만을 가지고 이들 수용액을 구별할 수 있는 실험을 설계하시오.

창의·인성 키우기

4 다음 글을 읽고 과일이나 채소의 항산화 능력을 비교하기 위한 방법을 생각해 보고 간단히 설명하시오.

> 바이타민 C와 바이타민 E는 항산화제로 작용하여 생물체 안에서 산화에 따른 손상을 막아 주는 역할을 한다. 하지만 항산화제는 스스로 산화가 잘 되기 때문에 항산화 능력이 쉽게 없어지기도 한다.

탐구력 기르기

5 질소 화합물은 식물의 생장에 꼭 필요한 성분이다. 공기 중의 질소를 질소 화합물이 되게 하는 과정을 질소 고정이라고 한다. 질소 고정은 번개나 식물, 토양 속의 박테리아에 의해 일어나며, 번개가 칠 때의 반응은 다음과 같다.

- $N_2 + O_2 \rightarrow 2NO$
- $2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$
- $3NO_2 + H_2O \rightarrow 2HNO_3 + NO$

각 단계에서 질소가 산화되었는지 환원되었는지 말하고, 그렇게 생각한 이유를 설명하시오.

과학 글쓰기

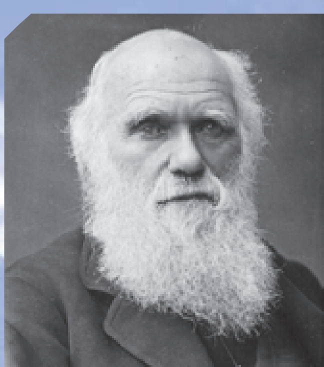
6 우리가 생활 속에서 사용하는 것들 중에는 산이나 염기가 포함되어 있어서 주의해야 하는 것들이 있다.



이러한 것들을 찾아 주의 사항을 나타낸 나만의 경고문을 만들어 보시오.



다윈(Darwin, C. R. ; 1809~1882)



1831년 영국의 다윈은 22세의 나이로 해군 탐사선인 비글호를 타고 5년 동안 세계 일주를 하면서 많은 생물과 화석을 관찰하였다. 특히 갈라파고스 제도의 코끼리거북, 이구아나, 갈라파고스핀치 등의 동물을 관찰하면서 생물 진화에 대한 확신을 갖게 되었다. 다윈은 항해가 끝난 후 수집한 자료를 20여 년간 면밀히 분석하여 1859년 "자연선택에 의한 종의 기원에 관하여"라는 저서를 발표하였다. 그가 이 책에서 주장한 자연선택설은 당시의 과학과 사회에 많은 영향을 주었다.



Ⅵ 유전과 진화

❖ 이 단원에서는

생물은 생식을 통해 어버이의 형질을 물려받고 종족을 유지해 나간다. 또한 생물은 환경에 적응해 가는 동안 유전자가 다양하게 변화되어 진화가 일어난다. 오늘날과 같은 생물종의 다양성은 이러한 진화의 결과이다.

이 단원에서는 유전의 원리와 진화의 증거, 다양한 생물의 분류 방법에 대하여 알아보자.

1

» 중단원 미리 보기

멘델의 유전 법칙

1-1 멘델의 유전 연구 | 1-2 멘델 법칙 | 1-3 중간 유전





수분

멘델은 완두의 꽃가루를 자신의 손으로 직접 특정 암술에 수분시킨 후 그 꽃에 일일이 봉지를 씌웠다고 한다. 그 이유는 무엇일까?

대립 형질

멘델이 특별한 이유 때문에 실험 재료로 완두를 선택한 것은 아니었다. 그런데 운이 좋게도 이것은 매우 탁월한 선택이었다. 그 이유는 무엇일까?



멘델은 유전의 기본 원리를 과학적으로 설명함으로써 유전학의 기본 틀을 정립하였다. 멘델 이전에는 검은색 물감과 흰색 물감을 섞으면 회색이 되는 것처럼 검은색 말과 흰색 말을 교배하면 회색 말이 태어나거나 얼룩말이 된다고 생각하였다.

멘델 법칙은 무엇이며, 중간 유전이란 어떤 것일까?





우성과 열성

보라색 꽃의 완두와 흰색 꽃의 완두를 교배했더니 보라색 꽃의 완두만 나타났다. 그 이유는 무엇일까?



순종과 잡종

둥근 완두와 주름진 완두를 교배했더니 둥근 완두뿐만 아니라 주름진 완두도 나타났다. 잡종인 완두는 어느 것인가?



중간 유전

붉은색 분꽃과 흰색 분꽃을 교배하면 자손은 모두 분홍색 분꽃으로 나타난다. 붉은색이나 흰색 중 하나가 나타나는 것이 아니라 분홍색이 나타나는 이유는 무엇일까?

1-1 멘델의 유전 연구



학습 목표

- 멘델의 실험 과정을 설명할 수 있다.

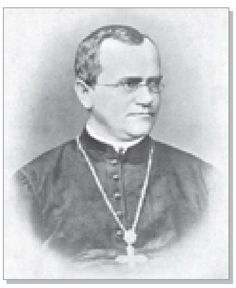
사람들은 가족과 함께 나들이 나온 아이를 보며 눈은 엄마를 닮았고, 코는 아빠를 닮았고, 얼굴 전체 모양은 엄마와 아빠를 고루 닮았다는 식으로 이야기를 한다. 자녀는 부모를 닮게 되는데, 이것은 어떤 원리일까?

아이의 생김새가 엄마나 아빠를 쏙 빼닮았을 때 흔히 붕어빵에 비유한다. 동일한 틀에서 만들어져 나오는 붕어빵의 모양이 똑같은 것처럼 아이의 얼굴 생김새, 머리카락 형태, 귓불 모양 등이 부모의 모습을 빼닮아 보이기 때문이다. 머리카락 형태나 귓불 모양 등과 같이 생물이 가진 고유한 생김새와 특징을 **형질**이라고 한다.

아이가 부모를 닮는 것은 형질을 결정하는 물질이 부모로부터 아이에게 전달되기 때문이다. 이러한 현상을 **유전**이라고 한다.

유전 현상에 대해 처음으로 과학적인 설명을 한 사람은 19세기 중엽 오스트리아의 멘델이다. 멘델은 수도원의 뜰에 완두를 재배하면서 유전 현상에 일정한 법칙이 있음을 밝혀내었다.

멘델(Mendel, G. J. ; 1822~1884)
완두를 재료로 유전 실험을 하여 유전학의 기초를 확립하였다.



멘델은 완두가 가진 여러 가지 형질 중에서 두 가지씩 뚜렷한 차이를 보이는 것에 주목하였다. 그림 Ⅵ-1～2와 같이 완두 씨의 경우 어떤 완두는 씨의 모양이 둥글고 어떤 것은 주름져 있다. 또 콩깍지의 경우 어떤 것은 매끈하고 어떤 것은 잘록했다.

그림 Ⅵ-1 완두의 둥근 씨와 주름진 씨

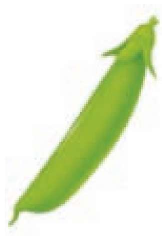
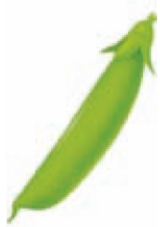
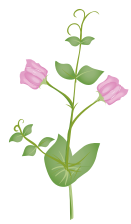
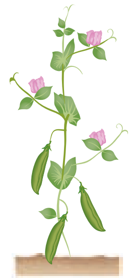
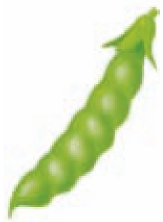
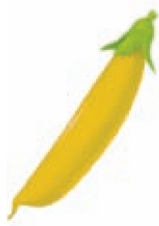
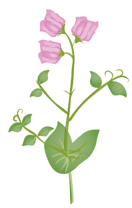
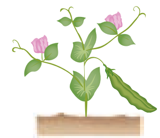


그림 Ⅵ-2 완두의 매끈한 콩깍지와 잘록한 콩깍지



완두 씨의 모양이 둥근 것과 주름진 것, 완두의 콩깍지가 매끈한 것과 잘록한 것처럼 하나의 형질에 대해 서로 뚜렷하게 구별되는 형질을 **대립 형질**이라고 한다. 멘델은 그 밖에도 꽃의 색깔과 씨의 색깔 등의 대립 형질을 더 발견하였다.

표 Ⅵ-1 멘델이 선택한 완두의 대립 형질

씨의 모양	씨의 색깔	콩깍지의 모양	콩깍지의 색깔	꽃의 색깔	꽃이 피는 위치	줄기의 키
 둥글다	 황색	 매끈하다	 녹색	 보라색	 잎 겨드랑이	 크다
 주름지다	 녹색	 잘록하다	 황색	 흰색	 줄기 끝	 작다

멘델은 완두에서 쉽게 비교할 수 있는 7가지의 대립 형질을 이용하여 많은 실험을 되풀이했고, 그 결과 유전의 기본적인 법칙을 밝혀낼 수 있었다.

멘델이 완두를 유전 실험의 재료로 선택한 것은 매우 적절하였다. 완두는 구하기 쉽고, 재배하기 쉽기 때문이었다. 거기에다가 씨의 모양과 색깔, 콩깍지의 모양과 색깔, 꽃의 색깔과 꽃이 피는 위치, 줄기의 키 등에서 대립 형질의 차이가 뚜렷하게 나타나기 때문에 교배 결과를 명확히 알 수 있었다. 그 밖에도 완두는 자연 상태에서 자화 수분으로 번식하지만, 필요한 경우 인위적으로 타화 수분을 통해 교배시킬 수 있다는 장점을 지니고 있었다.

수술에서 만들어진 꽃가루가 같은 꽃의 암술머리에 수분되는 것을 **자화 수분**이라고 한다. 자연 상태에서 일어나는 자화 수분은 같은 식물에 암술과 수술이 모두 있을 때 일어난다. 이에 비해 어떤 식물의 꽃가루가 다른 꽃의 암술에 수분되는 것을 **타화 수분**이라고 한다.

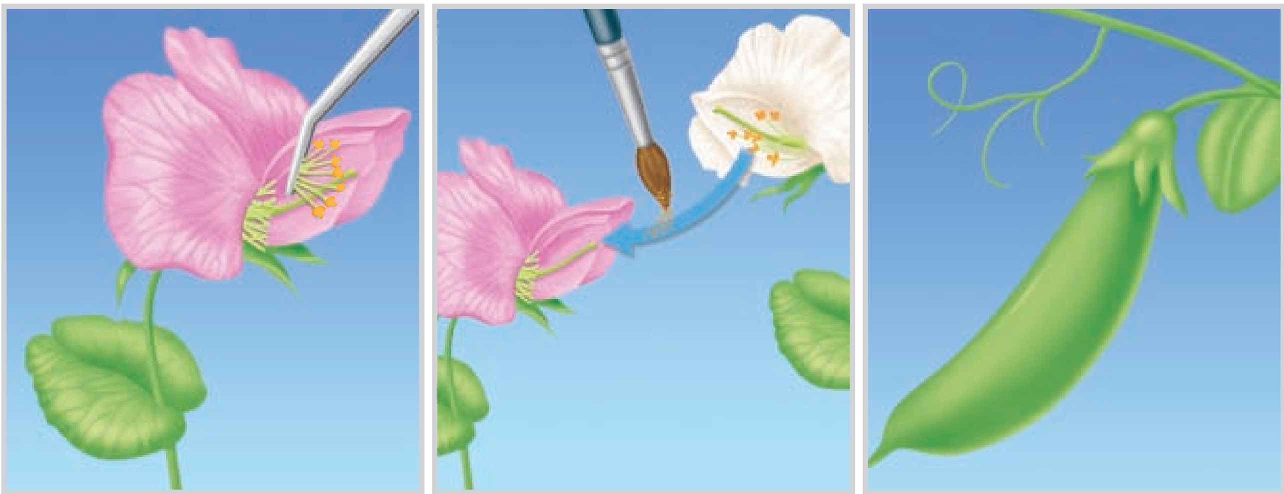
단성화
한 꽃 안에 수술 또는 암술만 있는 꽃을 말하며, 암꽃과 수꽃이 한 그루에서 피는 것과 다른 그루에서 피는 것이 있다.

양성화
한 꽃 속에 수술과 암술이 모두 있는 꽃을 말한다.

멘델은 완두의 형질이 어떻게 유전되는지 알아보기 위해 임의로 수분을 조절하였다. 완두의 보라색 꽃과 흰색 꽃을 선택적으로 교배시키기 위해서는 어떻게 해야 할까?

멘델은 우선 보라색 꽃의 수술을 제거하여 자화 수분이 일어나는 것을 방지하였다. 그리고 붓으로 흰색 꽃의 꽃가루를 보라색 꽃의 암술머리에 묻혀 인위적인 타화 수분이 일어나게 하였다. 멘델은 이런 과정을 통해 원하는 형질을 선택적으로 교배할 수 있었다. 교배 결과 생긴 씨를 심은 다음 여기에서 나오는 자손의 형질을 분석하였다.

그림 Ⅵ-3 완두의 타화 수분



❶ 자화 수분을 방지하기 위해 멘델은 보라색 꽃에서 수술을 제거하였다.
❷ 붓에 흰색 꽃의 꽃가루를 묻혀 보라색 꽃의 암술머리에 옮겨 주었다.
❸ 흰색 꽃의 정핵과 보라색 꽃의 난세포가 수정하여 꼬투리에 완두가 만들어진다.

멘델은 자신의 분석 결과를 설명하는 과정에서 '유전 인자'를 언급하였다. 이 유전 인자는 현대의 유전학에서 말하는 **유전자**로서, 생물의 형질을 결정하는 물질이다. 유전자는 주로 세포의 핵 속에 들어 있으며, 생식 과정을 통해 부모로부터 자손에게 전해진다. 그러나 당시만 해도 유전자가 어떤 물질인지, 생물체 속의 어느 곳에 있는지 알지 못하였다.

1900년경 서턴은 생식세포 분열과 수정 과정을 관찰한 결과 염색체의 이동이 멘델이 제시한 유전 인자의 이동과 동일하다는 사실을 발견하였다. 서턴은 이러한 사실을 근거로 '유전자가 염색체에 존재한다.'라는 **염색체설**을 주장하였다.

잠깐 체크 부모로부터 자손에게 전달되는 형질을 결정하는 것은 무엇인가?

체세포 속에는 모양과 크기가 같은 염색체가 두 개씩 쌍을 이루는 상동 염색체가 있다. 1926년 모건은 어떤 형질을 결정하는 두 유전자가 상동 염색체의 같은 위치에 쌍으로 존재한다는 사실을 밝혀냈다. 이처럼 쌍을 이루고 있는 두 유전자를 **대립 유전자**라고 한다.

대립 유전자는 하나의 형질에 관여하는데, 대립 유전자의 조합에 따라 형질이 결정된다. 예를 들어 완두의 꽃 색깔을 결정하는 유전자가 염색체 위에 존재하는 방식을 나타내면 그림과 같다.



그림 Ⅵ-4 완두의 꽃 색깔을 결정하는 유전자의 위치

꽃의 색깔이 보라색이나 흰색과 같이 겉으로 나타나는 형질을 **표현형**이라고 한다. 그리고 표현형을 결정하는 유전자를 알파벳으로 나타낸 것을 **유전자형**이라고 한다. 예를 들어 보라색 꽃의 유전자를 P, 흰색 꽃의 유전자를 p라고 나타낼 때 PP, Pp, pp와 같이 나타내는 것을 유전자형이라고 한다. 유전자형에서 PP, pp와 같이 두 개의 대립 유전자가 동일한 것을 **순종**이라 하고, Pp와 같이 대립 유전자가 서로 다른 것을 **잡종**이라고 한다.

유전자형
우성은 알파벳의 대문자로 나타내고, 열성은 우성 기호의 소문자로 나타낸다.

자기 주도 학습

개념 확인하기

완두의 형질에서 둥근 씨와 보라색 꽃의 대립 형질은 각각 무엇인가?

응용 문제 해결하기

흰색 꽃 완두의 꽃가루를 보라색 꽃 완두의 암술머리에 타화 수분시켰을 때와 보라색 꽃 완두의 꽃가루를 흰색 꽃 완두의 암술머리에 타화 수분시켰을 때 자손의 표현형에는 어떤 차이가 있을까?

1-2 멘델 법칙



학습 목표

- 우열의 법칙과 분리의 법칙을 설명할 수 있다.
- 독립의 법칙을 설명할 수 있다.

검은색의 열대어 사이에서 태어나는 새끼들은 대부분 검은색이지만 가끔 붉은색인 것도 있다. 이처럼 검은색의 열대어 부모로부터 부모와 다른 새끼들이 나오는 이유는 무엇일까?

우열의 법칙

멘델은 완두의 형질이 어떻게 유전되는지 확인하기 위해 먼저 대를 거듭해도 같은 형질만 나오는 순종을 찾았다. 만약 완두가 하나의 형질에 대하여 순종이라면 자화 수분을 통해 몇 세대를 거듭하더라도 자손은 모두 동일한 형질을 가지게 된다.

멘델이 순종의 키 큰 완두와 키 작은 완두를 교배시켰을 때 잡종 1대에서 어떤 형질을 가진 완두를 얻을 수 있었을까?

노란 색종이와 붉은 색종이를 겹치면 위쪽에 있는 색종이의 색깔만 볼 수 있다. 이와 마찬가지로 멘델의 실험에서는 잡종 1대에서 모두 키 큰 완두만 나왔다. 다른 대립 형질의 교배 실험에서도 잡종 1대에서 두 가지 형질 중 한쪽만 나왔다.

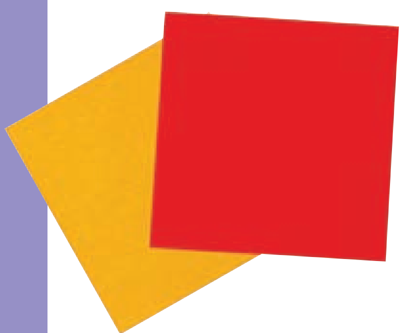


그림 Ⅵ-5 색종이의 겹침_ 두 장의 색종이를 겹쳐 놓으면 위쪽의 색깔만 볼 수 있듯이 완두의 대립 형질도 한쪽만 표현된다.

이때 키가 큰 형질처럼 잡종 1대에서 나타나는 형질을 **우성**이라 하고, 키가 작은 형질처럼 잡종 1대에서 나타나지 않는 형질을 **열성**이라고 한다. 이처럼 순종의 대립 형질끼리 교배시켰을 때 잡종 1대에서 우성 형질만 나타나는 현상을 **우열의 법칙**이라고 한다.



그림 Ⅵ-6 순종의 키 큰 완두와 키 작은 완두의 교배

분리의 법칙

멘델은 순종의 키 큰 완두와 키 작은 완두 사이에서 키 큰 완두만 나오는 것에 대하여 의문이 생겼다.

"키가 작은 형질은 유전되지 않는 것일까?", "유전은 되지만 숨어 있는 것일까, 아니면 완전히 없어진 것일까?"

이러한 의문을 풀기 위해 멘델은 첫 번째 실험에서 얻은 잡종 1대의 키 큰 완두를 자화 수분시켰다. 실험 결과 잡종 2대에서는 우성 형질인 키 큰 완두와 열성 형질인 키 작은 완두가 약 3 : 1의 비율로 나타나는 것을 알 수 있었다. 이처럼 멘델의 실험 결과 잡종 2대에서 키 큰 완두와 키 작은 완두가 3 : 1의 비율로 나타나는 까닭은 무엇일까?

순종의 키 큰 완두에서 만들어진 생식세포의 유전자형을 T로 표시할 때 순종의 키 작은 완두에서 만들어진 생식세포의 유전자형은 t로 표시할 수 있다. 따라서 이 생식세포들이 수정하여 형성된 잡종 1대의 유전자형은 Tt가 된다.

잡종 1대인 키 큰 완두(Tt)의 꽃에서 생식세포 분열이 일어나면 유전자 Tt가 분리되어 T를 가진 생식세포와 t를 가진 생식세포가 1 : 1의 비율로 만들어진다. 이 생식세포들을 다시 수정시키면 잡종 2대에서 유전자형이 TT, Tt, tt인 완두가 1 : 2 : 1의 비율로 나타난다. 이 완두에서 TT와 Tt의 표현형은 키 큰 완두이며, tt의 표현형은 키 작은 완두이다. 즉, 키 큰 완두와 키 작은 완두는 3 : 1의 비율로 나타난다. 이러한 결과는 멘델의 실험 결과와 일치한다.

이처럼 한 쌍의 대립 유전자가 분리되어 다음 대에 유전되는 현상을 **분리의 법칙**이라고 한다. 잡종 2대에서 우성과 열성 형질의 비율이 3 : 1로 나타나는 현상은 분리의 법칙에 따른 결과이다.

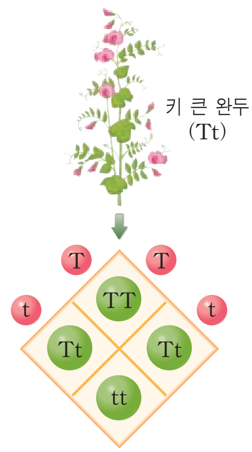


그림 Ⅵ-8 분리의 법칙



그림 Ⅵ-7 잡종 1대인 키 큰 완두의 자화 수분

스스로 해결하기

둥글고 황색인 완두(RrYY)에서는 유전자형이 (   )와/과 (   )인 생식세포가 1 : 1의 비율로 만들어진다.

독립의 법칙

멘델은 완두의 여러 형질 중 '키'라는 한 가지 형질을 선택하여 교배 실험한 결과 이 형질이 우열의 법칙과 분리의 법칙에 따라 유전된다는 사실을 알게 되었다. 그런데 두 가지 이상의 형질이 동시에 유전되는 경우에는 어떤 방식으로 유전되는 걸까?

이를 알아보기 위해 멘델은 순종의 둥글고 황색인 완두와 주름지고 녹색인 완두를 교배하여 잡종 1대를 얻고, 다시 자화 수분하여 잡종 2대를 얻었다. 그리고 잡종 1대와 잡종 2대에서 얻은 씨를 모양과 색깔에 따라 구분해 보았다.

먼저, 순종의 둥글고 황색인 완두(RRYY)와 주름지고 녹색인 완두(rryy)를 교배했을 때 잡종 1대에서는 모두 둥글고 황색인 완두(RrYy)만 나왔다.

잡종 1대에서 만들어지는 둥글고 황색인 완두(RrYy)의 생식세포는 유전자형이 RY, Ry, rY, ry인 것이 1 : 1 : 1 : 1의 비율로 만들어진다.

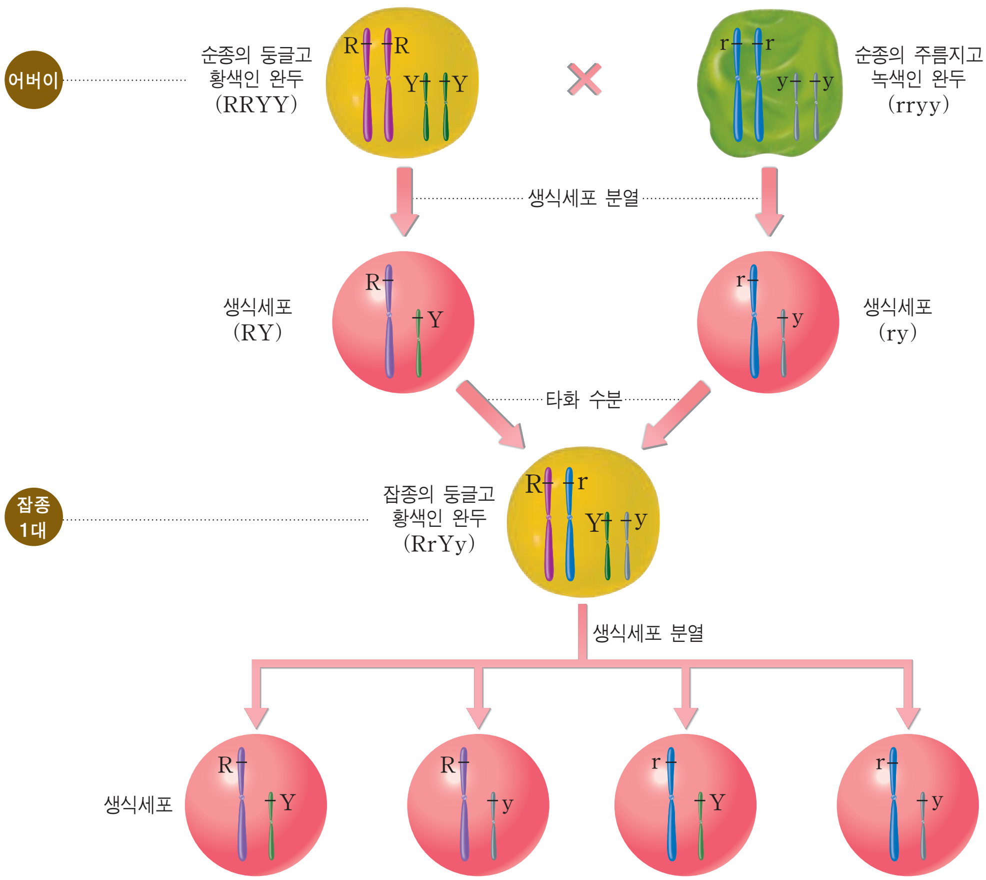


그림 Ⅵ-9 두 쌍의 대립 형질을 교배했을 때 염색체와 유전자의 이동

잡종 1대를 자화 수분시키면 네 종류의 생식세포가 무작위로 결합하여 잡종 2대가 만들어진다. 이때 잡종 2대에서 형성될 수 있는 유전자 조합의 경우의 수는 16가지이다. 이렇게 형성된 잡종 2대의 표현형을 분류해 보면 둥글고 황색, 둥글고 녹색, 주름지고 황색, 주름지고 녹색인 개체의 비율이 9 : 3 : 3 : 1로 나타난다.

교배 결과를 보면 둥근 완두와 주름진 완두의 비율이 12 : 4이고, 황색 완두와 녹색 완두의 비율도 12 : 4이다. 이것은 한 가지 형질만을 선택하여 교배했을 때 잡종 2대에서 우성과 열성의 비율이 3 : 1이었던 결과와 일치한다. 따라서 완두의 씨 모양 형질이 유전될 때에는 씨 색깔 형질의 영향을 받지 않고, 씨 색깔 형질이 유전될 때에도 씨 모양 형질의 영향을 받지 않는다는 것을 알 수 있다.

이처럼 두 쌍 이상의 대립 형질이 동시에 어버이로부터 자손에게 유전될 때 한 쌍의 대립 형질을 결정하는 유전자는 다른 쌍의 대립 형질을 결정하는 유전자에 영향을 주거나 또는 영향을 받지 않고 독립적으로 유전되는데, 이를 **독립의 법칙**이라고 한다.

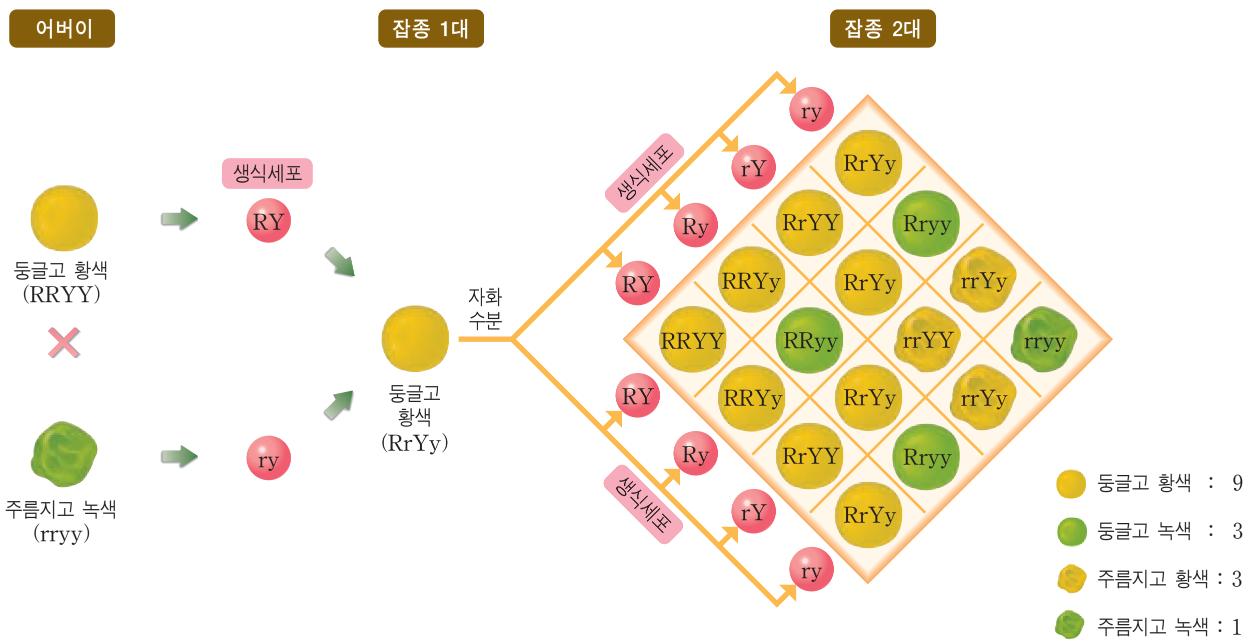


그림 Ⅵ-10 두 쌍의 대립 형질의 유전

자기 주도 학습

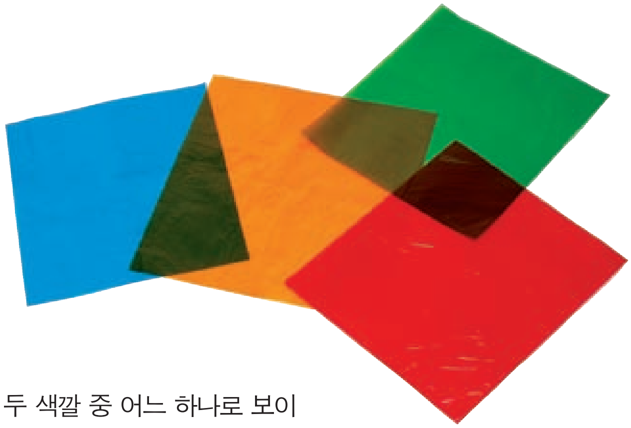
개념 확인하기

순종의 둥글고 황색인 완두와 순종의 주름지고 녹색인 완두를 교배하였을 때, 잡종 1대에서 둥글고 황색인 완두만 나오는 까닭은 무엇인가?

응용 문제 해결하기

둥글고 녹색인 완두(Rryy)가 만들 수 있는 생식세포의 유전자형은 몇 가지인가?

1-3 중간 유전



학습 목표

- 중간 유전의 특성을 설명할 수 있다.

초록색 셀로판종이와 빨간색 셀로판종이를 겹쳐서 보면 두 색깔 중 어느 하나로 보이는 것이 아니라 짙은 보라색으로 보인다. 셀로판종이를 겹쳤을 때와 비슷한 원리로 설명할 수 있는 유전 현상에는 어떤 것이 있을까?

코렌스(Correns, C. E. ; 1864~1933)
독일의 과학자로서, 중간 유전을 연구하였다.

독일의 코렌스는 분꽃을 재료로 유전 실험을 하였다. 코렌스는 붉은색 분꽃과 흰색 분꽃의 순종을 얻은 다음 이들을 교배하여 잡종 1대를 얻었다. 그런데 잡종 1대에서는 붉은색이나 흰색의 분꽃이 나온 것이 아니라, 어버이 대에서는 볼 수 없었던 분홍색 분꽃만 나타났다.

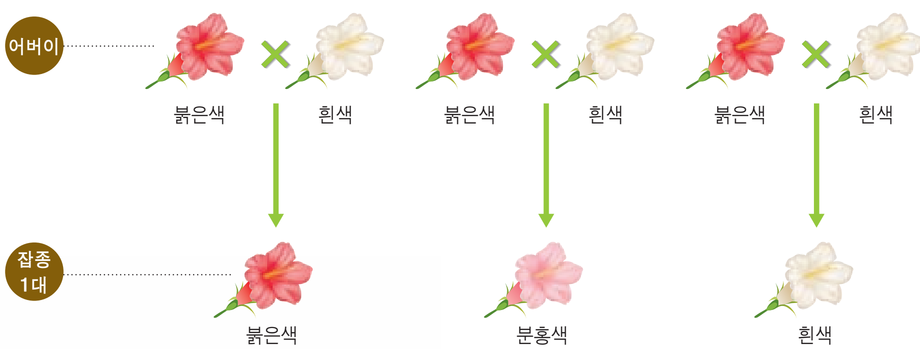


그림 Ⅵ-11 코렌스의 예상 교배 결과



그림 Ⅵ-12 분꽃

분꽃의 교배 실험에서 붉은색 꽃의 유전자를 R, 흰색 꽃의 유전자를 W로 나타내면, 붉은색 분꽃은 유전자형이 RR, 흰색 분꽃은 유전자형이 WW가 된다. 이들을 교배하면 잡종 1대는 유전자형이 RW가 되고, 우열의 법칙을 따른다면 이때의 표현형은 붉은색 또는 흰색이 나타날 것으로 예상할 수 있다. 그러나 실험 결과 모두 분홍색 분꽃만 나타났다.

분꽃의 잡종 1대와 같이 유전자 R와 W를 동시에 가질 경우 유전자 R와 W 사이에 우열 관계가 분명하지 않아 중간 형질인 분홍색이 나타난 것이다. 이러한 유전 현상을 **중간 유전**이라고 하며, 두 유전자 사이의 관계를 **불완전 우성**이라고 한다.

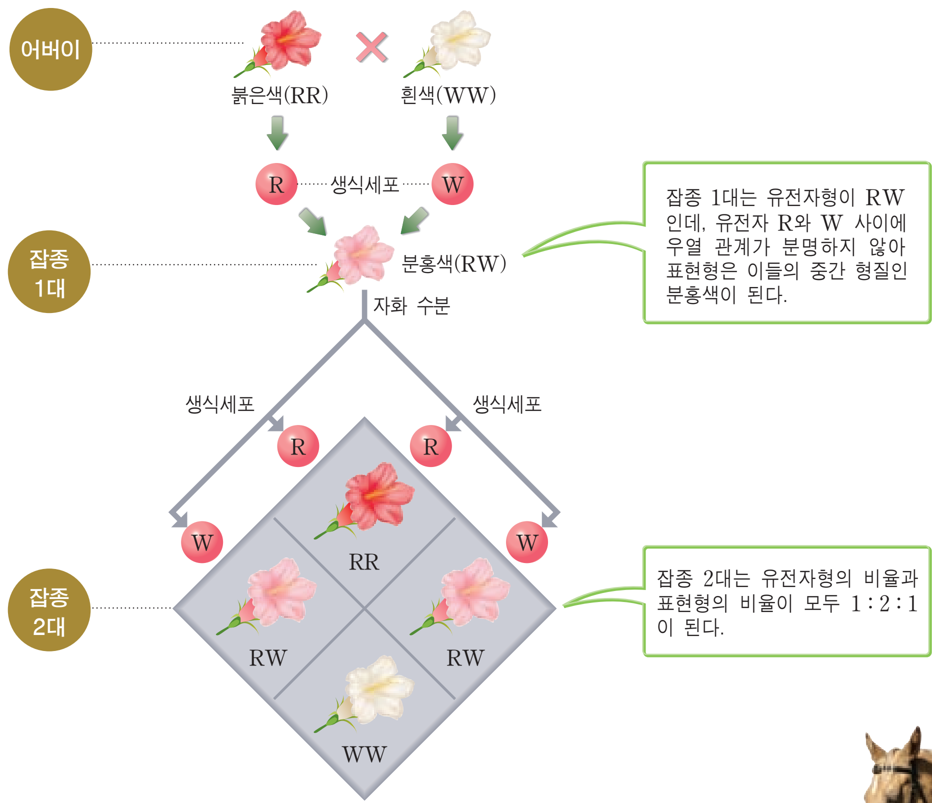


그림 Ⅵ-13 분꽃의 중간 유전에서 유전자의 이동



그림 Ⅵ-15 팔로미노 말

분홍색 꽃의 잡종 1대(RW)를 자화 수분하면 잡종 2대에서는 RR, RW, WW의 비율이 1 : 2 : 1로 나타나는데, 이때 RR는 붉은색 꽃, RW는 분홍색 꽃, WW는 흰색 꽃이다. 따라서 잡종 2대에서 표현형의 분리비는 붉은색, 분홍색, 흰색이 1 : 2 : 1이 되어 유전자형의 분리비와 표현형의 분리비가 일치한다.

중간 유전은 분꽃의 꽃 색깔 유전뿐만 아니라 둥근잎나팔꽃이나 금어초의 꽃 색깔 유전 등에서도 나타난다. 팔로미노 말의 털색이 옅은 갈색인 것도 갈색 말과 흰색 말인 어버이 사이에 나타난 중간 유전의 결과이다.

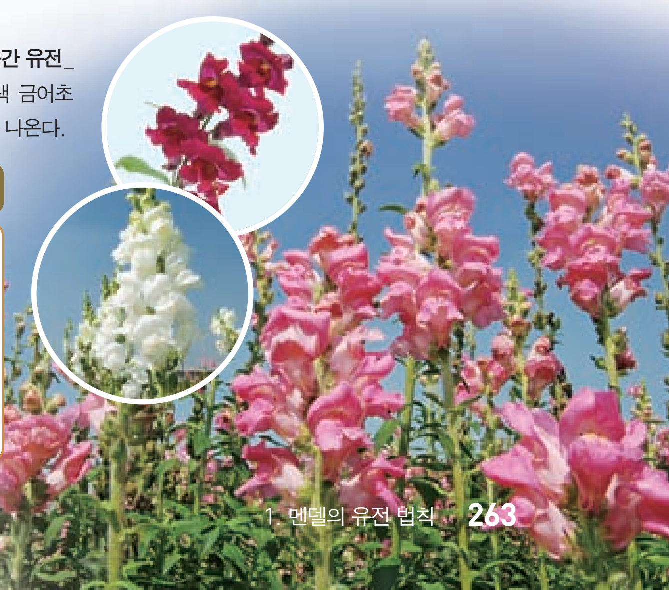


그림 Ⅵ-14 금어초의 중간 유전_ 순종의 붉은색 금어초와 흰색 금어초를 교배하면 분홍색 금어초가 나온다.

자기 주도 학습

개념 확인하기

분꽃의 꽃 색깔 유전은 중간 유전의 대표적인 예이다. 그 이유는 무엇인가?

응용 문제 해결하기

표현형을 모르는 금어초를 교배하였더니 자손의 표현형 분리비가 분홍색, 흰색이 1 : 1로 나타났다. 어버이의 표현형은 무엇인가?

2

» 중단원 미리 보기

사람의 유전



가계도

병원에서 진료받을 때에는 가족 중에 같은 병이 있는지 확인하는 경우가 있다. 진료 후 어느 정도 유전병이라는 확신이 서면 유전병 가계도를 작성한다. 가계도 조사를 통해 유전병의 여부를 판단하는 원리는 무엇일까?



지구 상에는 수십억 명이 넘는 사람들이 살고 있지만, 각 개개인은 어느 누구와도 똑같지 않은 특별한 존재이다. 그러나 형제나 자매, 부모 등 같은 가족 사이에는 신체적인 공통점이 많다. 가족을 통해 신체적 특징이 전달되는 것을 보고 사람들은 왜 그런지 항상 궁금하게 생각하였다. 가족들 사이의 공통점은 어떻게 나타나는 것일까?

쌍둥이

1란성 쌍둥이와 2란성 쌍둥이를 대상으로 지능에 대한 일치율을 조사하였더니 1란성 쌍둥이의 일치율은 90 %이고 2란성 쌍둥이의 일치율은 52 %로 나타났다. 이러한 결과가 나타난 이유는 무엇일까?





귓불

갓 태어난 신생아는 여러 가지 신체적 특징이 쉽게 구별되지 않으며, 부모와 공통점을 찾기도 어렵다. 만약, 산부인과의 신생아실에서 실수로 두 신생아를 구별하는 표시가 바뀌었는데, 귓불의 형태로 부모를 찾을 수 있었다고 한다면, 그 원리는 무엇일까?

혈우병

영국의 빅토리아 여왕의 손녀인 알렉산드라는 러시아의 황제 니콜라스 2세와 결혼하였는데, 혈우병이 있는 아들인 알렉시스를 낳았다.
혈우병은 상처로 피가 나면 멈추지 않는 질병이다. 혈우병 유전자는 어떤 염색체를 통해 자손에게 전달될까?



2-1 사람의 유전 연구 방법



학습 목표

- 사람의 유전 연구 방법을 설명할 수 있다.

1란성 쌍둥이는 생김새가 매우 비슷하며 혈액형도 같다. 그러나 성격이나 지능 등 몇몇 형질에서는 어느 정도의 차이가 나타나기도 한다. 1란성 쌍둥이의 형질은 유전 연구에 어떻게 이용될 수 있을까?

유전의 원리를 찾기 위해 이용된 생물은 완두나 초파리 등이었다. 사람은 연구 목적에 따라 자유롭게 교배 실험을 할 수 없고, 한 번에 낳는 자손의 수가 적어서 유전 연구가 어렵기 때문이다. 또한 사람은 다른 생물보다 한 세대가 길어서 여러 세대를 직접 관찰할 수 없으며, 형질이 복잡하고 유전자의 수가 많아 연구하는 데 많은 어려움이 있다. 따라서 사람의 유전을 연구할 때에는 쌍둥이 연구, 가계도 조사, 통계 조사 등과 같은 간접적인 방법을 주로 이용한다.

쌍둥이 연구

쌍둥이 연구는 1란성 쌍둥이와 2란성 쌍둥이의 형질을 비교함으로써 형질이 유전과 환경 중 어느 쪽의 영향을 더 많이 받는지 조사하는 방법이다.

해 보기 쌍둥이 연구 자료 해석

지문선의 수
A에서 B까지의 지문선의 수로 나타낸다.



지문선의 수

표는 세 가지 형질에 대한 1란성 쌍둥이와 2란성 쌍둥이의 일치율을 나타낸 것이다(단, 일치율이란 쌍둥이 중 한 명에 어떤 형질이 나타날 때 다른 한 명에게도 그 형질이 나타나는 비율을 말한다).

구분	1란성 쌍둥이의 일치율		2란성 쌍둥이의 일치율 (함께 자란 경우)
	함께 자란 경우	따로 자란 경우	
혈액형	1.00	1.00	0.66
지문선의 수	0.95	0.95	0.49
홍역 발병	0.90	0.45	0.87

|해석| 창의 · 인성

1 세 가지 형질 중에서 환경보다 유전의 영향을 더 많이 받는 것은 무엇인가? 또한 그렇게 생각한 이유는 무엇인가?

2 같은 환경에서 자란 2란성 쌍둥이의 형질 차이는 무엇을 의미하는가?

1란성 쌍둥이는 하나의 난자와 하나의 정자가 수정하여 발생하는 과정에서 2개로 나누어진 것이므로 모든 유전자가 동일하다. 그러므로 따로 자란 1란성 쌍둥이 사이의 형질 차이는 환경의 영향을 받았다고 볼 수 있다. 반면, 2란성 쌍둥이는 난자 2개가 배란되어 각각 수정이 일어나 태어나므로 유전자 구성이 서로 다르다. 그러므로 함께 자란 2란성 쌍둥이 사이의 형질 차이는 주로 유전에 의한 것일 가능성이 크다.



그림 Ⅵ-16 쌍둥이의 초음파 사진_ 임신 중에 초음파를 이용하여 쌍둥이 여부를 확인할 수 있다.

가계도 조사

가계도 조사는 집안의 유전 형질을 조사할 때 주로 이용되는 유전 연구 방법이다. 가계도는 한 가계의 유전 형질을 조사하여 기호로 나타낸 것으로서, 가계도에는 성별, 형질, 혈연 및 결혼 관계 등을 나타낸다. 가계도를 분석하면 특정한 형질이 가계에 어떻게 나타나는지를 알 수 있다.

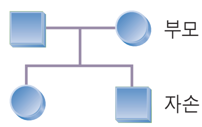
해 보기 가계도 작성 — 추리

다음은 영희네 가족을 대상으로 쌍꺼풀에 대해 조사한 내용이다.

(가) 할머니, 아버지, 오빠는 쌍꺼풀이 없다.
(나) 할아버지, 고모, 어머니, 영희는 쌍꺼풀이 있다.
(다) 고모는 쌍꺼풀이 있는 고모부와 결혼하여 아들, 딸, 아들의 순서로 2남 1녀를 낳았다. 그런데 자녀 중 딸만 쌍꺼풀이 없다.

가계도 작성 요령

- 남자 여자
- 우성 형질 열성 형질
- 부부는 가로선, 자손은 세로선으로 표시한다.



| 해석 |

1 조사 내용을 바탕으로 영희네 가족의 쌍꺼풀 가계도를 작성해 보고, 가족들의 유전자형을 표시해 보자(단, 우성 유전자는 A, 열성 유전자는 a로 표현한다).

2 쌍꺼풀은 우성인가, 열성인가? 또한 그렇게 생각한 이유는 무엇인가?

어떤 형질이 한 쌍의 대립 유전자에 의해 결정된다면 가계도 조사를 통해 형질의 우열 관계와 유전자형이 순종인지 잡종인지를 구분할 수 있다. 또한 형질을 결정하는 유전자가 상염색체와 성염색체 중 어디에 존재하는지도 파악할 수 있다.

형질의 결정
유전자가 상염색체에 존재하면 남녀의 구별 없이 형질이 나타나는 빈도는 같다. 그러나 유전자가 성염색체인 X염색체에 존재하면 남녀에 따라 나타나는 형질의 빈도가 달라진다. 반면, Y염색체에 존재하면 남자에게만 형질이 나타난다.

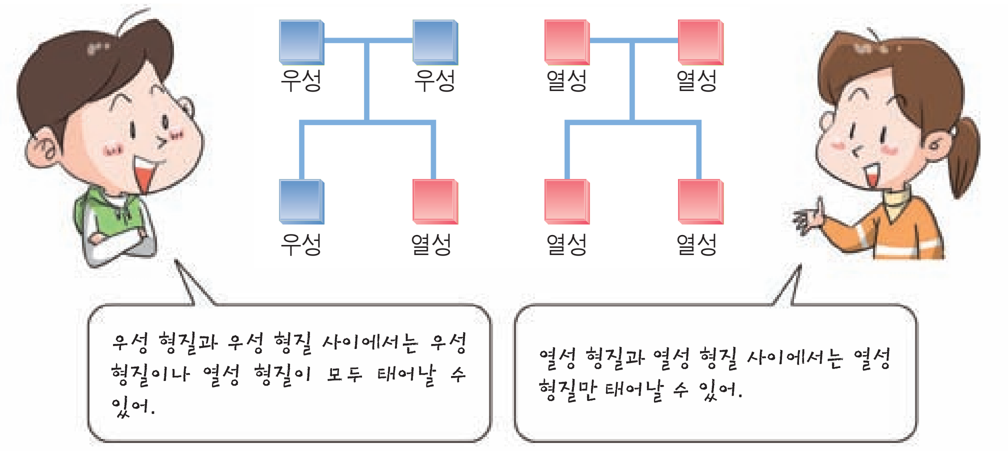


그림 Ⅵ-17 가계도를 통한 형질의 우열 관계

잠깐 체크 우성 형질과 열성 형질 사이에서는 어떤 형질의 자녀가 태어날 수 있는가?

통계 조사법

통계 조사법은 어떤 형질에 대해 가능한 한 많은 사람을 대상으로 조사하여 얻은 자료를 분석하는 방법이다. 이 방법을 통해 그 형질의 특징이나 유전자의 분포 등을 알아낼 수 있다. 예를 들어 ABO식 혈액형에 대한 통계 조사법을 통해 인종별 혈액형의 분포가 조금씩 다르다는 것을 알 수 있다.

최근의 유전 연구 방법

최근에는 사람의 유전 연구에 염색체 수와 모양을 관찰하는 **핵형 분석**이 이용되고 있다. 또 인간 유전체 계획에 의해 유전자 지도가 완성되어 특정 유전자의 위치와 역할을 알 수 있게 되었고, 이를 통해 유전병에 대한 근본적인 치료법도 개발할 수 있게 되었다.

자기 주도 학습

개념 확인하기

정상인 부부 사이에서 태어난 자녀 중에는 유전병인 자녀가 있다. 이때 유전병은 우성인가, 열성인가?

과학과 기술, 사회 연관 짓기

어떤 범죄 현장에서 범인이 남긴 혈흔을 가지고 여러 명의 용의자 중에서 범인을 검거했다고 한다. 어떤 방법으로 범인을 확인할 수 있었을까?

STEAM 융합

핵형 분석

유전적 질병을 가진 아기의 출산을 미리 알고 막을 수 있는 방법은 없을까?

한 생물이 가진 염색체의 수와 모양, 크기를 핵형이라고 한다. 같은 생물의 모든 세포는 동일한 핵형을 갖는다. 따라서 태아의 세포를 채취하여 핵형을 분석하면 염색체의 구조와 수의 이상을 미리 밝혀낼 수 있다.

핵형을 분석할 때에는 양수에 떠다니는 태아의 세포를 이용하기도 하지만, 태반 조직의 일부를 채취하여 이용할 수도 있다. 이렇게 채취한 세포를 배양하여 염색체 표본을 만든다.

약물 처리를 한 염색체를 현미경으로 관찰하여 촬영한 사진을 잘라 상동 염색체끼리 짝을 지어 배열한다. 핵형은 염색체의 길이가 긴 순서대로 1번부터 22번까지 배열하고, 성염색체는 맨 끝에 별도로 배열하는 것이 일반적인 방법이다.

이처럼 핵형을 분석하면 염색체의 수나 염색체 구조의 이상을 발견할 수 있다. 예를 들어 다운 증후군은 사람의 염색체 중 21번째 염색체가 하나 더 많아서 나타나는 유전성 질병으로서, 신생아 700～1,000 명당 한 명꼴로 나타난다.



가 다운 증후군 환자_ 21번 염색체가 정상인보다 하나 더 많아서 나타나는 유전성 질병이다.



사람(남자)의 핵형

나 핵형 분석_ 태아 염색체의 이상 여부를 검사하여 이상이 있다면 어떤 염색체에 이상이 있는지를 알아내기 위해 실시된다.

2-2 상염색체에 의한 유전



학습 목표

- 상염색체에 의한 유전의 특성을 설명할 수 있다.

아기를 낳기 전 부모는 태어날 아기의 모습을 상상하곤 한다. "나는 쌍꺼풀이 있는데 우리 아기도 쌍꺼풀이 있을까?", "우리 둘 다 보조개가 있는데 우리 아기도 보조개가 있을까?"와 같은 궁금증을 품게 된다. 이런 궁금증을 미리 알아보는 방법에는 무엇이 있을까?

상염색체는 사람의 염색체 중에서 남녀에게 공통으로 들어 있는 염색체이다. 상염색체에 있는 유전자에 의해 나타나는 형질은 남녀의 특정한 성에 치우치지 않고 골고루 나타난다. 이러한 유전 형질에는 귓불, 미맹, ABO식 혈액형 등이 있다.

그림 Ⅵ-18 상염색체에 의한 유전 형질

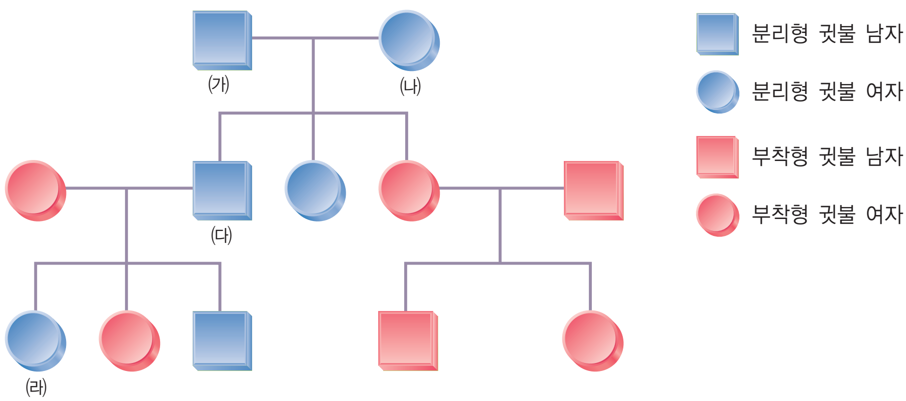


귓불 유전

귓바퀴 아래의 늘어진 부분이 귓불인데, 귓불은 분리형과 부착형의 두 가지 대립 형질로 나타난다. 이러한 귓불은 어떻게 유전될까?

해 보기 귓불 유전의 가계도 분석 자료 해석

그림은 어느 집안의 귓불 유전에 대한 가계도를 나타낸 것이다.



|해석|

1 (가)와 (나)의 유전자형은?(단, 우성 유전자를 E, 열성 유전자를 e로 나타낸다.)

2 (다)는 부착형 귓불 유전자를 가지고 있는가?

3 (라)가 부착형 귓불인 남자와 결혼했을 때 그 자녀가 부착형 귓불일 확률은 몇 %인가?

가계도에서 분리형 귓불인 부모로부터 부착형 귓불인 자녀가 태어났으므로, 분리형이 우성 형질이고 부착형이 열성 형질임을 알 수 있다. 우성인 분리형 귓불 유전자를 E, 열성인 부착형 귓불 유전자를 e라고 하면 분리형 귓불의 유전자형은 EE이거나 Ee가 되고, 부착형 귓불의 유전자형은 ee가 된다.

부착형 귓불인 자식의 유전자형이 ee인데, 유전자 e는 부모로부터 하나씩 물려받았으므로 정상인 부모의 유전자형은 모두 Ee임을 알 수 있다. 또 부모 중 한 명이 열성인 부착형 귓불이면 분리형 귓불인 자녀의 유전자형은 Ee가 된다.

귓불에 대한 가계도를 분석해 보면 귓불 형질은 남녀의 성에 따라 차이가 나지 않고 멘델 법칙에 따라 유전된다는 것을 알 수 있다.

> **스스로 해결하기**
> 쌍꺼풀인 부모에게서 외까풀인 자식이 태어났다면 부모는 (　　) 유전자와 (　　) 유전자를 가지고 있다.

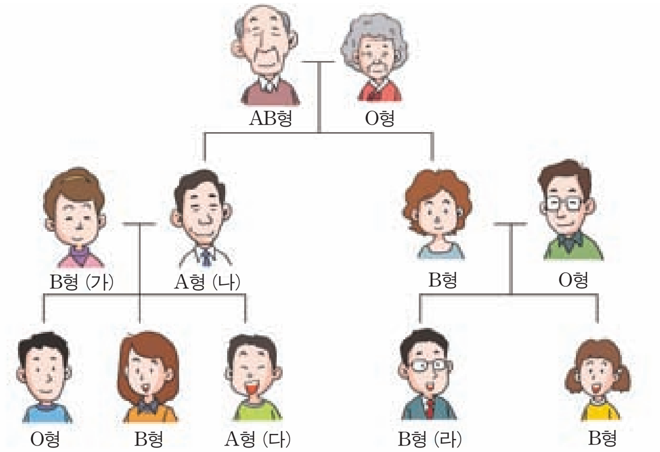
잠깐 체크 부착형 귓불인 부모에게서 태어나는 자녀의 귓불은 몇 종류인가?

ABO식 혈액형 유전

병원에서 수혈을 할 때 반드시 고려해야 할 혈액형 중의 하나가 ABO식 혈액형이다. ABO식 혈액형은 어떻게 유전되는지 알아보자.

해 보기 ABO식 혈액형 유전의 가계도 분석 자료 해석

그림은 어느 집안의 ABO식 혈액형 유전에 대한 가계도이다.



|해석|

1. (가)의 유전자형은 무엇인가?
2. (나)의 유전자형을 명확하게 알 수 있는가?
3. (다)가 O형인 여성과 결혼했을 때 그 자녀가 A형일 확률은 몇 %인가?
4. (라)가 가지고 있는 유전자 O는 누구에게서 전달받은 것인가?

ABO식 혈액형에는 A형, B형, AB형, O형이 있으며 A, B, O 세 가지 유전자에 의해 혈액형이 결정된다. 유전자 A와 B는 유전자 O에 대하여 각각 우성이며, 유전자 A와 B 사이에는 우열 관계가 없다. 따라서 혈액형이 A형인 사람의 유전자형은 AA이거나 AO이고, B형인 사람의 유전자형은 BB와 BO이며, O형인 사람의 유전자형은 OO이다. 유전자형이 AB인 경우 유전자 A와 B 사이에는 우열 관계가 없어서 AB형이 된다.

자기 주도 학습

개념 확인하기

손잡이 형질은 멘델 법칙을 따르며, 유전자가 상염색체에 존재한다. 부모가 오른손잡이인데, 아들이 왼손잡이인 경우 이 가족의 유전자형을 모두 쓰시오(단, 우성 유전자는 A, 열성 유전자는 a로 표시한다).

생활 속 문제 해결하기

어떤 부모로부터 O형인 아기가 태어났다. 이 아기의 부모 중 어느 쪽에서도 나타날 수 없는 혈액형은 무엇인가?

STEAM 융합

ABO식 혈액형의 발견

수혈은 1667년 프랑스에서 처음으로 시도되었다. 초기에는 수혈로 효과를 거둔 만큼 부작용도 많았으며 사망자도 속출하였다. 이러한 부작용은 부적합한 혈액 사이에서 생기는 응집 반응 때문이었다.

1899년 샤틀록은 서로 다른 사람의 혈액을 섞었을 때 적혈구가 응집 반응을 일으키는 현상을 발견하였다. 이러한 반응의 의미를 알지 못한 샤틀록은 단순히 류머티즘열 때문에 생기는 것이라고 생각하였다.



Ⓢ 란트슈타이너(Landsteiner, K. ; 1868~1943)

수혈의 부작용인 응집 반응의 정체와 그 원인을 규명한 사람은 란트슈타이너였다. 1900년 란트슈타이너는 혈청학에 관한 연구를 하다가 바로 전해에 샤틀록이 발견했던 것과 같은 현상을 관찰하였다. 즉, 어떤 사람에게서 얻은 혈청을 다른 사람의 혈액에 넣었을 때 적혈구끼리 서로 엉겨 크고 작은 덩어리가 생기는 것을 관찰하였으며, 이 것은 혈액형을 발견하는 계기가 되었다. 그리고 란트슈타이너는 서로 다른 사람의 혈액을 섞었을 때 항상 응집 현상이 일어나는 것은 아니라는 사실도 발견하였다. 즉, 란트슈타이너는 어떤 혈액들 사이에는 응집 현상이 생기고, 또 어떤 혈액들 사이에는 생기지 않는다는 사실을 놓치지 않았다. 마침내 그는 사람의 혈액을 몇 가지로 나눌 수 있다는 가설을 세웠으며, 그러한 가설에 따라 연구를 계속해서 1901년 응집성의 차이에 따라 A형, B형, O형의 세 가지 혈액형으로 구분할 수 있다고 결론을 내렸다.

이러한 연구 업적은 자신이 발견한 현상을 무심코 넘기지 않고 그 의미에 대해 진지하게 생각한 결과였다. 이를 통해 학문 연구에서 새로운 방법이나 첨단 도구가 꼭 필요한 경우도 있지만, 연구자의 문제의식이 더 근본적인 요소라는 것을 알 수 있다. 란트슈타이너가 세 가지 혈액형의 존재에 대해 확인한 이듬해에 데카스텔로와 스털리는 네 번째 혈액형, 즉 AB형이 존재한다는 사실을 발견하였다.

란트슈타이너가 혈액형을 발견함으로써 안전한 수혈이 가능해졌으며, 이 덕분에 수많은 사람이 생명을 구할 수 있었다. 그뿐만 아니라 출혈 문제를 극복하게 된 외과 의사들이 더욱 적극적으로 수술을 함으로써 외과 분야의 발전에도 크게 기여하였다.

물음 ABO식 혈액형이 같아도 수혈을 하면 응집 반응이 나타날 수 있다. 그 이유를 조사해 보자.

2-3 성염색체에 의한 유전

학습 목표

- 성염색체에 의한 유전의 특성을 설명할 수 있다.

영국의 과학자 돌턴은 색맹이었다. 어느 날 어머니에게 회색 양말을 선물했는데, 그것이 나중에 빨간색이었음을 알고 자신은 다른 사람들이 보는 색을 볼 수 없다는 것을 알았다. 그 후 돌턴은 색맹을 연구하여 색맹에 관한 최초의 논문을 발표하였고, 색맹 연구에 자신의 눈을 써 달라고 유언을 남길 만큼 색맹 연구에 적극적이었다. 색맹은 어떻게 유전될까?

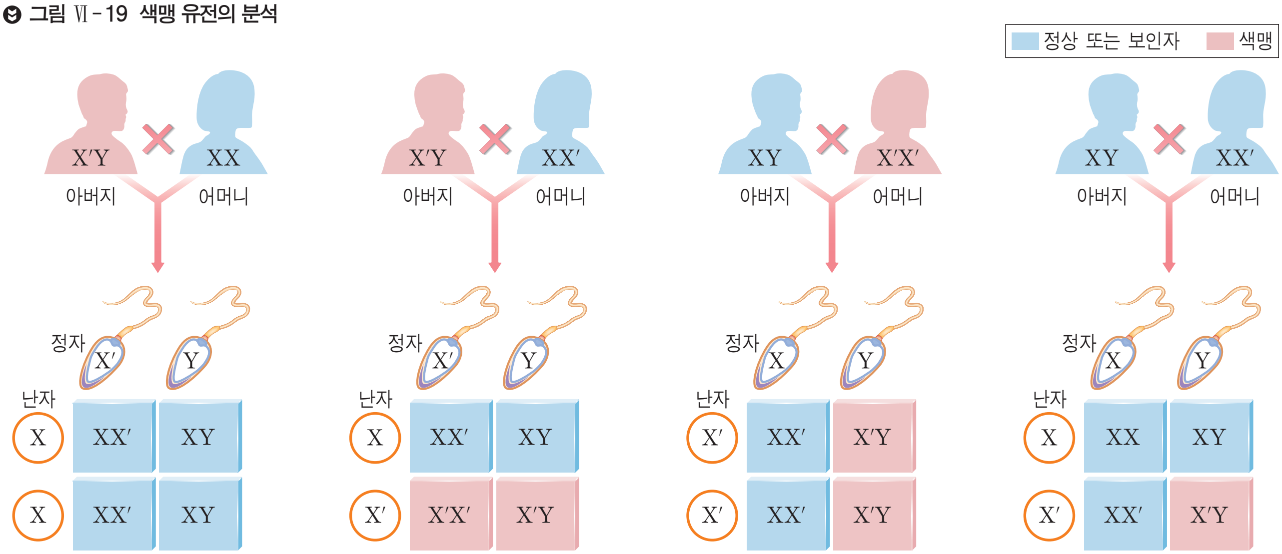

돌턴

적색과 녹색을 구별하지 못하는 적록 색맹은 여자보다 남자에게서 많이 나타난다. 그 이유는 색맹 유전자가 성염색체 중 X염색체에 존재하여 성별에 따라 형질이 나타나는 빈도가 달라지기 때문이다. 이처럼 성염색체에 들어 있는 유전자 때문에 나타나는 유전 현상을 **반성 유전**이라고 한다.

색맹 유전자는 정상에 대해 열성으로 유전되며, 일반적으로 정상 유전자를 X, 색맹 유전자를 X′으로 나타낸다. 남자는 X염색체에 색맹 유전자가 있으면 색맹이 되지만, 여자는 두 개의 X염색체에 색맹 유전자가 모두 존재할 경우에만 색맹이 된다. 따라서 색맹은 여자보다 남자에게 더 많이 나타난다. 한편, 정상이지만 자손에게 유전될 수 있는 색맹 유전자를 지닌 여성(XX′)을 **보인자**라고 한다.

적록 색맹의 유전 가계도를 통해 성염색체에 의한 유전의 특성에 대해 알아보자.

그림 Ⅵ-19 색맹 유전의 분석

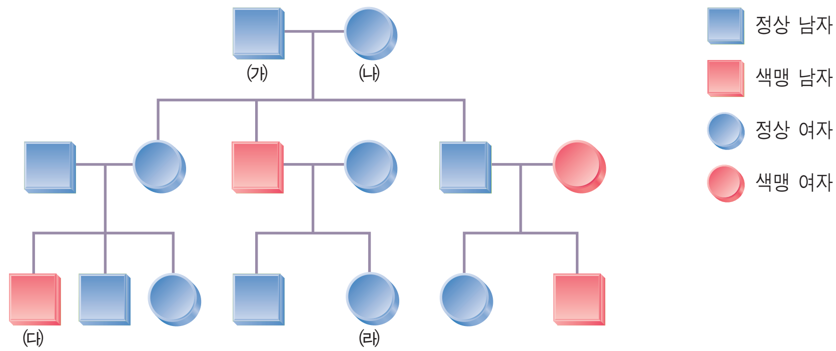


탐구 활동 적록 색맹의 유전 가계도 자료 해석

목·표

적록 색맹 유전의 특성을 설명할 수 있다.

다음은 적록 색맹의 유전 형질을 나타내는 어느 집안의 가계도이다.



정리

1 (가)의 유전자형은 무엇인가?

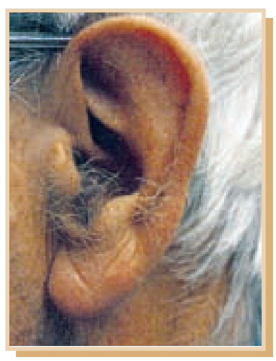
2 (나)는 색맹 유전자를 가지고 있는가?

3 (다)가 가지고 있는 색맹 유전자는 누구로부터 받은 것인가?

4 (라)가 색맹인 남자와 결혼했을 때 색맹인 딸이 태어날 확률은 몇 %인가?

색맹과 마찬가지로 반성 유전되는 유전 형질로는 혈우병이 있다. **혈우병**은 혈액 응고에 필요한 효소가 부족하여 상처를 입었을 때 혈액이 잘 응고되지 않고 출혈이 계속되는 유전병이다. 혈우병은 색맹과 같이 정상에 대하여 열성으로 유전된다. 그러나 X 염색체 두 개에 혈우병 유전자가 모두 존재하는 여아의 경우 대부분 태어나기 전 발생 과정에서 유산되기 때문에 주로 남자에게만 나타난다.

한편, 유전자가 Y 염색체 상에 존재할 경우 남자에게만 유전 형질이 나타난다. 이와 같이 한쪽 성에만 형질이 나타나는 유전 현상을 **한성 유전**이라고 한다. 한성 유전으로 나타나는 사람의 형질로는 귓속 털 과다증이 있다.



❸ 그림 Ⅵ-20 귓속 털 과다증

자기 주도 학습

개념 확인하기

정상인 남자와 색맹인 여자가 결혼한 경우 태어나는 자녀는 어떻게 되는가?

생활 속 문제 해결하기

철수와 아버지, 어머니는 모두 색맹이 아니지만, 외할아버지는 색맹이다. 철수의 남동생이 태어날 경우 색맹이 될 확률은 얼마인가?

3 생물의 진화

» 중단원 미리 보기

3-1 진화의 증거 | 3-2 진화설

상동 기관

사람과 개가 함께 줄넘기를 하고 있다. 줄을 돌리는 사람의 팔과 위로 뛰어오르는 개의 앞다리의 기본 구조에는 어떤 공통점이 있을까?







상사 기관

곤충의 날개와 박쥐의 날개는 동일한 기능을 수행하지만 곤충의 날개는 표피가 변한 구조이고, 박쥐의 날개는 앞다리가 변한 구조이다. 이러한 변화는 왜 나타나게 된 것일까?

35억 년 전 지구 상에 처음 탄생한 생명체는 지구의 오랜 역사 속에서 진화를 거듭하여 현재와 같이 다양한 생물이 되었다.

긴 시간 동안 생물이 진화했다는 증거에는 어떤 것들이 있을까?

자연선택설

수천만 년 전에는 기린의 목이 지금처럼 길지 않고 짧았다고 한다. 자연선택설은 기린의 목이 길어진 이유를 어떻게 설명할까?

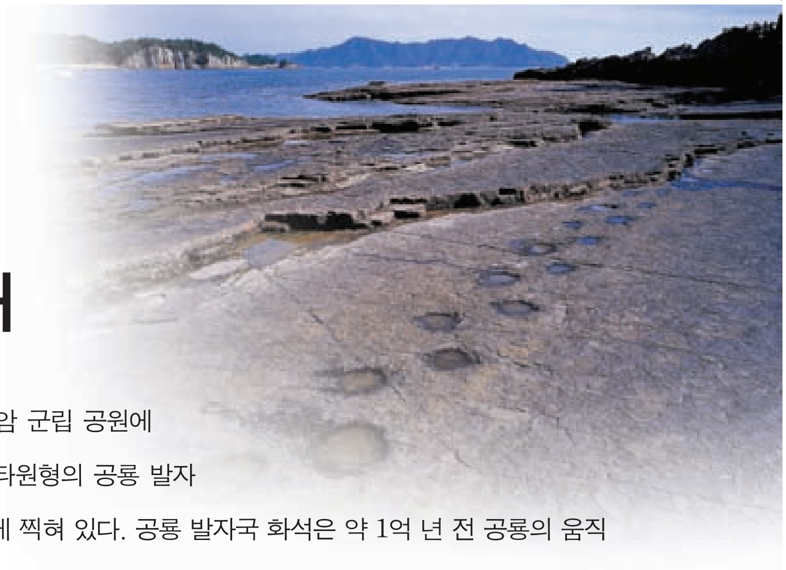




돌연변이

동물원에 가면 하얀 털을 가진 사자나 호랑이를 볼 수 있는데, 이것은 돌연변이에 의해 태어난 것이다. 이처럼 돌연변이로 나타난 개체는 모두 새로운 종으로 볼 수 있을까?

3-1 진화의 증거



학습 목표

- 생물의 진화 증거를 설명할 수 있다.

경상남도 고성군의 상족암 군립 공원에는 코끼리 발자국과 닮은 타원형의 공룡 발자국이 2,000개 정도 선명하게 찍혀 있다. 공룡 발자국 화석은 약 1억 년 전 공룡의 움직임을 생생하게 보여 준다. 이러한 화석을 통해 무엇을 알아낼 수 있을까?

우리 주변에서 볼 수 있는 생물들은 겉모습이나 생활 방식 등에서 많은 차이를 보인다. 그러나 몸이 세포로 이루어져 있거나 세포 호흡을 하여 에너지를 얻는 것과 같이 몸을 구성하는 체계나 생명을 유지하는 기본적인 방법은 동일하다. 이러한 사실은 생물이 오랜 세월에 걸쳐 환경에 적응하면서 몸의 구조와 기능이 생존하기에 적합한 형태로 다양하게 진화했다는 증거가 된다. 이처럼 생물의 진화는 공통점이 있으면서 다양하게 변하는 특성이 있다.

생물이 진화했다는 증거로는 어떤 것들이 있을까?

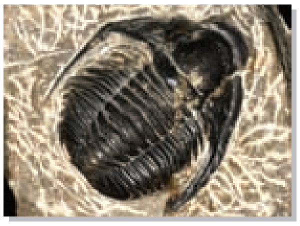
화석상의 증거

삼엽충이나 고사리와 같은 화석은 생물이 살던 시대에 형성된 지층에 묻혀 있다. 따라서 각 지층에서 발견되는 화석을 비교해 보면 그 생물의 특징과 진화 과정을 알 수 있는데, 이것을 **화석 기록**이라고 한다.

화석을 비교해 보면 새로운 지층으로 갈수록 현존하는 생물과 비슷해지고, 종류도 다양해진다. 이것으로부터 생물이 진화했다는 것을 알 수 있다. 그 밖에도 멸종한 종과 현존하는 종 사이의 중간 단계에 해당하는 화석도 진화의 증거가 된다.

화석

화석을 통해 화석이 생성될 당시에 살던 생물의 특징과 진화 과정을 추측할 수 있다. 또 화석이 발견된 지층의 생성 시기를 알 수 있고, 기후나 수륙 분포 등 특정한 환경을 추측할 수 있다.



삼엽충(고생대)



고사리(날씨가 따뜻하고 습기가 많은 지역)

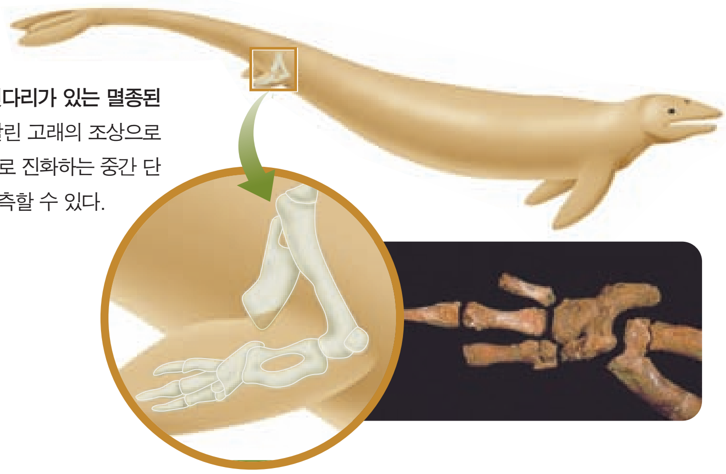


그림 Ⅵ-21 뒷다리가 있는 멸종된 고래 화석_ 네 발 달린 고래의 조상으로부터 현존하는 고래로 진화하는 중간 단계의 화석이라고 추측할 수 있다.

생물이 화석으로 만들어지기 위해서는 몸에 딱딱한 골격 부분이 있어야 한다. 그러나 특별한 환경에서는 부드러운 몸체를 가진 생물이 화석으로 보존되는 경우도 있어 진화 과정을 밝히는 데 큰 도움을 준다. 그중에서 최근의 놀라운 발견 중의 하나인 에티아카라 동물군 화석에 대하여 알아보자.

탐구 활동 에티아카라 동물군 화석 자료 해석

목·표

에티아카라 동물군 화석을 비교하여 진화의 증거를 설명할 수 있다.

그림은 최근에 발견된 에티아카라 동물군의 화석 중 싸이클로메두사와 디킨소니아이다.



싸이클로메두사



디킨소니아

에티아카라 동물군 화석은 선캄브리아 시대의 지층에서 발견되었다. 이 화석들 중 일부인 싸이클로메두사와 디킨소니아의 몸에는 딱딱한 골격이나 발달된 다리가 없으며 해파리와 같이 유연한 몸을 가진 생물로 추측된다. 디킨소니아의 경우 큰 것은 길이가 140 cm 정도 된다.

탐|구|도|우|미

에티아카라
오스트레일리아 남부 사우스 오스트레일리아 주의 플린더스 산맥 북쪽에 펼쳐진 구릉 지대이다.

해석 창의 · 인성

1 싸이클로메두사와 디킨소니아의 화석 무늬의 특징을 서로 비교하여 설명해 보자.

2 싸이클로메두사와 디킨소니아의 당시 모습을 상상하여 그려 보자.

3 최근 연구된 진화의 증거를 조사해 보자.

에티아카라 동물군은 6억 3,000만~5억 4,200만 년 전에 살았던 동물군이며, 이 시기는 생물이 폭발적으로 증가한 고생대 캄브리아기의 직전에 해당한다. 이제까지 선캄브리아 시대에는 단세포 생물만 살았고, 다세포의 대형 생물이 나타나지 않았다고 믿고 있었다. 하지만 에티아카라 동물군 화석을 통해 고생대가 시작되기 전에 이미 다양한 대형 다세포 생물이 살았다는 것을 알 수 있다.

에티아카라 동물군 화석 발견의 의의
단세포 생물이 지배하던 시기에 지구 상에 나타난 이 생물들을 통해 조건만 갖추어진다면 비교적 짧은 시간에도 원시적인 생물이 복잡한 생물로 진화할 수 있음을 보여 준다.

해부학적 증거

고양이의 다리를 손으로 잡았을 때 사람의 팔과 닮았다고 생각하는 사람은 없을 것이다. 그러나 사람의 팔과 고양이의 다리는 뼈의 배열 상태가 매우 비슷하다. 이처럼 형태와 기능은 달라도 기본 구조가 비슷한 기관을 **상동 기관**이라고 한다. 상동 기관은 같은 조상에서 유래한 생물들이 각각 살고 있는 환경에 적응하면서 서로 다른 방향으로 진화했다는 증거가 된다.



그림 Ⅵ-22 상동 기관_ 척추동물의 앞다리 뼈는 모두 공통의 기본형에서 출발하였으나 각각 살고 있는 환경에 적응하면서 형태와 기능이 달라졌다.

독수리와 잠자리는 공통으로 날개를 갖고 있지만 두 날개의 발생 기원이 다르다. 이들의 날개와 같이 발생 기원과 기본 구조는 다르지만, 형태와 기능이 유사한 기관을 **상사 기관**이라고 한다. 상사 기관은 다른 조상으로부터 유래하였지만 같은 환경에 오랫동안 적응하면서 기관의 형태와 기능이 유사한 방향으로 진화했다는 증거가 된다.



그림 Ⅵ-23 상사 기관



그림 Ⅵ-24 영장류 중 가장 큰 종인 고릴라

생화학적 증거

이전에는 생물의 형태나 내부 구조 등을 비교하여 진화의 증거를 찾았으나, 최근에는 생물학이 발달하면서 생물체를 구성하는 유전자나 단백질 등의 생화학적 특성이 진화의 새로운 증거가 되고 있다. 예를 들어 사람과 가장 가까운 동물 무리인 영장류의 유전자를 조사해 보면 사람의 유전자와 매우 유사하다. 이와 같이 유전자와 단백질의 구조를 분석하면 진화가 어떻게 이루어졌는지를 알 수 있다.

지리적 분포에 의한 증거

사막이나 산맥, 바다와 같이 생물의 이동이 막힌 곳을 경계로 생물의 분포가 달라질 수 있다. 한편, 다른 지역에서 볼 수 없는 독특한 생물이 특정 지역에서만 사는 경우도 있다. 이는 과거에 같은 종이었던 생물이 지리적으로 격리되어 다른 환경에 적응하면서 각각 다른 방향으로 진화한 것이라고 추정할 수 있다.

월리스는 인도네시아의 발리 섬과 롬복 섬 사이를 경계로 양쪽에 서식하는 동물의 종류가 다른 것을 발견하였다. 그는 서쪽을 동남아시아구, 동쪽을 오스트레일리아구로 나누어 생물 분포선을 그었는데, 이 경계선을 **월리스선**이라고 한다. 오스트레일리아구에는 동남아시아구와는 달리 오리너구리나 캥거루와 같이 태반이 발달하지 않은 동물이 서식한다. 이처럼 두 지역이 차이 나는 것은 과거에 판 구조에 의해 서로 멀리 떨어져 있어서 독자적으로 진화해 왔기 때문이라고 여겨진다.

그림 Ⅵ-25 월리스선_ 동남아시아구에는 원숭이나 여우 등 태반이 발달한 동물이 서식하고, 오스트레일리아구에는 오리너구리나 캥거루 등 태반이 발달하지 않은 동물이 서식한다.



자기 주도 학습

개념 확인하기

기본 구조가 달라도 형태와 기능이 유사한 기관을 무엇이라고 하는가?

과학과 기술, 사회 연관 짓기

히말라야 산맥의 지층에서 산호나 조개 화석이 발견된다고 한다. 히말라야 산맥의 지층이 형성될 때의 환경에 대하여 생각해 보자.

3-2 진화설



학습 목표

- 생물의 다양성을 진화와 관련하여 설명할 수 있다.

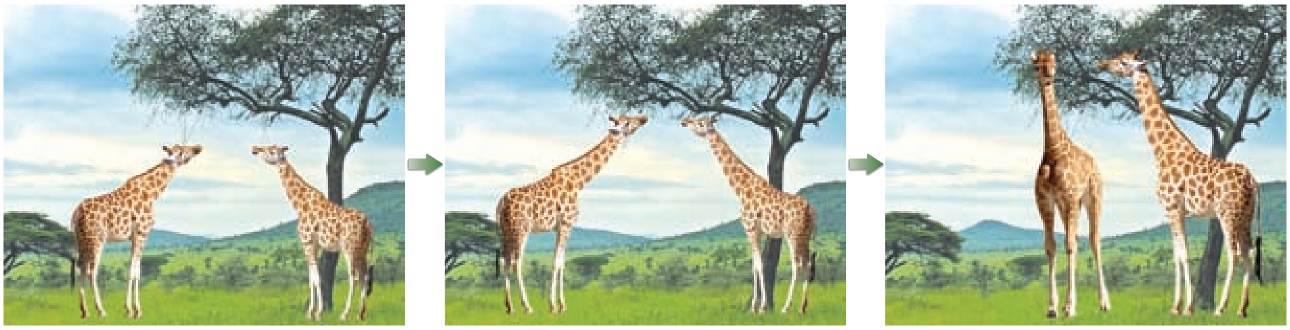
태국의 카렌 족은 목이 긴 여자를 미인으로 여긴다. 그래서 미인이 되기 위해 카렌 족의 여인들은 어릴 때부터 동으로 된 목걸이를 걸기 시작하고, 목걸이의 수를 늘려 가면서 목이 길어지게 한다. 이처럼 후천적으로 목이 길어진 여자가 낳은 자녀는 목이 길까?

다윈 이전의 진화설

진화설을 최초로 체계화하여 설명한 사람은 프랑스의 라마르크이다. 1809년 라마르크는 현존하는 생물들이 다양해진 이유는 진화의 과정을 거쳤기 때문이라고 설명하였다. 그는 자주 사용하는 기관은 발달하여 다음 세대로 유전되고, 사용하지 않는 기관은 퇴화한다는 **용불용설**을 주장하였다.

라마르크(Lamarck, J. B. P. A. : 1744~1829)
프랑스의 진화학자이며, 용불용설을 주장하였다.

라마르크의 주장에 따르면, 원래 기린은 목이 짧았지만 높은 나무의 잎을 따 먹기 위해 목을 자주 사용하게 되면서 지금과 같이 목이 길어지게 되었다고 설명하였다.



원래 기린의 목은 짧았다. → 높은 나무의 잎을 먹기 위해 목을 자주 사용하였다. → 기린의 목이 길어졌다.

그림 Ⅵ-26 라마르크의 용불용설



이처럼 후천적으로 획득한 형질이 유전된다는 라마르크의 생각은 오늘날 잘못된 것으로 밝혀졌다. 하지만 라마르크의 용불용설은 환경 변화에 따라 생물이 변화한다는 사실을 처음으로 제시함으로써 다윈의 자연선택설 연구에 영향을 주었다.

다윈의 자연선택설

다윈은 1859년 "자연선택에 의한 종의 기원에 관하여"라는 책에서 **자연선택설**을 주장하였다. 생물은 많은 자손을 남기며, 그 개체들은 제각기 다른 특성을 가진다. 개체의 수가 많아지면 먹이와 생활 공간이 부족해지기 때문에 이들은 생존을 위한 경쟁을 하게 된다. 이때 조금이라도 유리한 형질을 가진 개체가 환경에 잘 적응하여 살아남게 되는데, 이것을 **적자생존**이라고 한다. 반면, 잘 적응하지 못한 개체는 도태되는데, 다윈은 생존과 도태를 자연이 선택해 준다고 설명하였다.



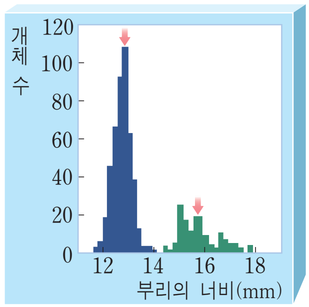
다윈은 기린의 목이 길어진 까닭을 자연선택설로 설명하였는데, 이것은 라마르크의 용불용설과는 매우 대조적이다. 그는 목의 길이가 다양한 기린 중에 목이 긴 기린이 높은 나무의 잎을 따 먹기에 유리하여 살아남게 되었고, 이러한 과정이 반복되어 지금처럼 목이 길어지게 되었다고 설명하였다.



오랜 과거의 기린은 목의 길이가 다양하였다. 먹이 경쟁이 일어났다. 지금과 같이 기린의 목이 길어졌다.

❷ 그림 Ⅵ-27 다윈의 진화설

서아프리카 핀치새는 부리의 크기가 다양한데, 부리가 작은 것과 큰 것이 중간 크기인 것보다 많이 분포한다. 이러한 현상은 다윈의 자연선택설로 잘 설명할 수 있다. 이 핀치새가 사는 곳에는 먹이가 풍부하지 않으며, 늪지 식물의 씨가 주요한 먹이이다. 늪지 식물은 두 종이 있는데, 한 종의 씨는 단단하고, 다른 종의 씨는 부드럽다. 큰 부리를 가진 핀치새는 단단한 씨앗을 쉽게 깰 수 있어 먹이 섭취에 유리하고, 작은 부리를 가진 핀치새는 중간 부리나 큰 부리의 핀치새보다 부드러운 씨앗을 더 효율적으로 먹을 수 있다.



❷ 그림 Ⅵ-28 핀치새의 부리_작은 부리와 큰 부리의 핀치새가 자연선택된다.

큰 부리와 작은 부리를 가진 핀치새는 먹이를 효율적으로 먹을 수 있지만, 중간 크기의 부리를 가진 핀치새은 먹이를 제대로 먹지 못하게 된다. 부리가 작은 것과 큰 핀치새는 환경에 잘 적응하여 자연선택되고, 잘 적응하지 못한 중간 크기의 부리를 가진 핀치새는 도태된 것이다.

다윈 이후의 진화설

더프리스(de Vries, H. ; 1848~1935)
멘델 법칙을 재발견하였으며, 달맞이꽃 교배 실험으로 돌연변이설을 발표하였다.

네덜란드의 더프리스는 달맞이꽃을 재배하던 중 그때까지 볼 수 없었던 큰 키와 꽃이 큰 왕달맞이꽃을 발견하였다. 그는 이것을 십여 년 동안 계속 자화 수분시킨 결과 여러 종류의 달맞이꽃을 얻을 수 있었다. 더프리스는 이러한 결과를 통해 돌연변이에 의해 생물이 진화한다는 **돌연변이설**을 발표하였다.


그림 Ⅵ-29 달맞이꽃


그림 Ⅵ-30 왕달맞이꽃

생물은 모든 개체에서 돌연변이가 일어날 수 있으며, 그중에서 환경에 잘 적응한 개체가 살아남아 자손을 퍼뜨리게 된다. 이렇게 여러 세대를 지나면 조상과는 다른 새로운 종이 형성되므로 돌연변이는 진화의 한 요인이 될 수 있다는 것이다. 돌연변이설은 자연선택설에서 다윈이 설명하지 못한 변이의 원인을 잘 설명해 주었으며, 20세기 이후 진화와 유전 연구에 커다란 영향을 끼쳤다.

격리설이란, 원래 같은 종인 생물이 지리적 또는 생식적으로 오랜 세월 동안 떨어져 있게 되면 각각 다른 종으로 진화한다는 주장이다. 갈라파고스 제도의 갈라파고스핀치나 오스트레일리아의 캥거루 등과 같이 대륙에서 멀리 떨어진 섬에는 대륙에는 없는 특이한 생물이 서식하고 있는 것이 격리설의 좋은 예이다.



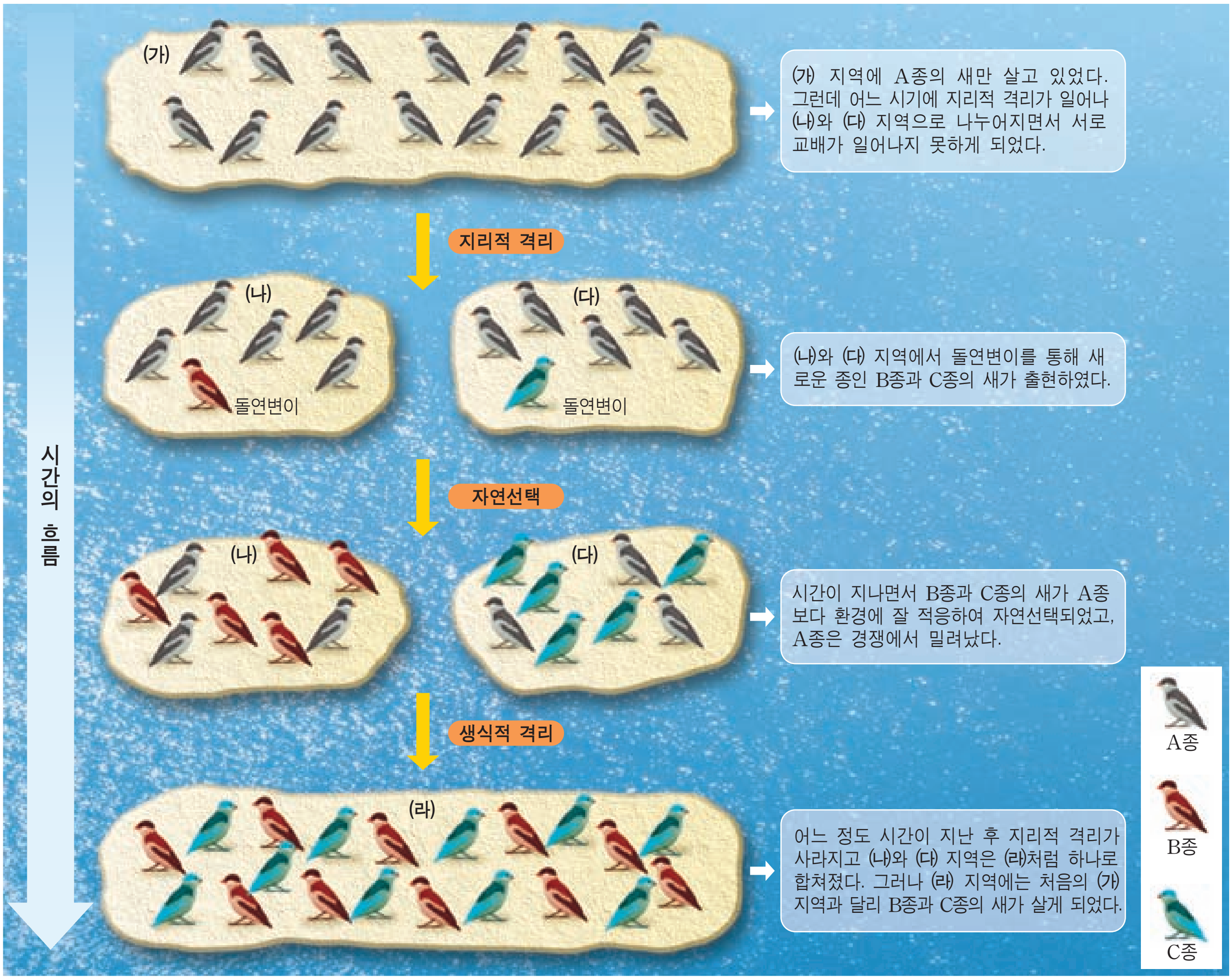
그림 Ⅵ-31 갈라파고스핀치_ 먹이의 종류에 따라 부리가 여러 가지 모양으로 진화하였다.

오늘날의 진화론

현대의 진화론은 다윈의 자연선택의 개념에서 시작하여 멘델 법칙의 발견, 20세기 초 집단 유전의 성과 등을 종합한 것으로서, 1936년부터 1947년까지 약 10년에 걸쳐 형성되었다.

오늘날의 진화론에 따르면 돌연변이에 의해 새로운 형질을 나타내는 대립 유전자가 끊임없이 만들어지고, 여기에 자연선택이 가해져 형질의 진화가 일어난다. 또한 격리된 집단에 자연선택이 반복적으로 일어나면 두 집단이 새로운 종으로 분화된다고 설명한다.

그림 Ⅵ-32 오늘날의 진화론



자기 주도 학습

개념 확인하기

라마르크가 주장한 용불용설은 현재 인정받지 못하고 있다. 그 이유는 무엇인가?

과학과 기술, 사회 연관 짓기

슈퍼박테리아는 항생제로도 제거할 수 없다고 한다. 슈퍼박테리아가 출현한 이유를 진화설을 이용하여 설명해 보자.

4

» 중단원 미리 보기

생물의 다양성과 분류

4-1 생물의 분류 방법 | 4-2 분류의 실제



생물학적 종

수사자와 암호랑이 사이에서 태어난 자손을 라이거라 하고, 수호랑이와 암사자 사이에서 태어난 자손을 타이곤이라고 한다. 그렇다면 사자와 호랑이는 같은 종일까?



분류 기준

만약 누군가가 우리에게 토마토, 사과, 바나나, 포도 등을 주면서 일정한 기준으로 분류하라고 한다면 어떤 기준으로 분류할 수 있을까?



분류 단계

개와 고양이는 척추동물이며, 새끼를 낳고 육식을 한다. 이들은 생물의 분류 단계 중 어디에서부터 갈라질까?

지구 상에는 다양하고 수많은 생물들이 살아가고 있다. 따라서 생물을 연구하려면 특정한 기준에 따라 적절하게 분류하는 과정이 필요하다. 생물을 분류하는 체계는 생물에 대한 새로운 정보가 발견되면서 계속 변해 왔으며, 지금도 변하고 있다.

생물을 분류하는 방법에는 어떤 것이 있을까?





망태버섯

망태버섯은 물건을 담는 망태 모양을 하고 있어서 붙여진 이름이다. 이 생물은 생물 분류의 5계 중 어디에 속할까?







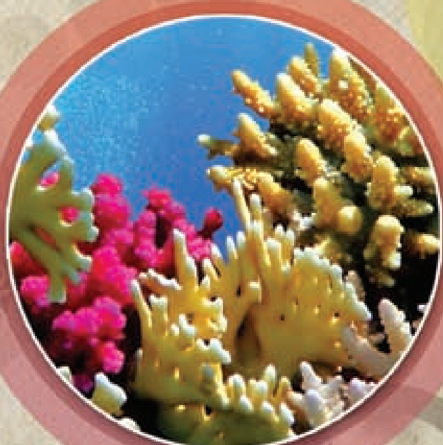
자연 분류

고래, 상어, 소를 비교해 보면 외형적으로는 고래와 상어가 더 가까워 보인다. 하지만 상어는 알을 낳는데, 고래와 소는 새끼를 낳는다. 이들을 어떻게 분류할 수 있을까?











산호

산호는 보통 흰색이나 연분홍색, 붉은색을 띠는데 검은색을 띠는 종류도 있다. 흔히 산호를 바닷속의 꽃이나 보석으로 비유하기도 한다. 산호는 식물일까, 동물일까?



4-1 생물의 분류 방법



학습 목표

- 분류의 목적과 기준을 생물의 다양성과 관련하여 설명할 수 있다.

슈퍼마켓이나 도서관에는 물건이나 책이 종류별로 분류되어 있다. 그래서 사람들은 필요한 물건이나 책을 쉽게 찾을 수 있다. 이처럼 지구에 살고 있는 다양한 생물에 대한 정보도 잘 분류해 놓으면 생물을 연구하거나 이용하기에 편리하다. 생물을 분류하는 기준과 방법에는 어떤 것이 있을까?

종

진돗개와 불도그, 고양이를 비교해 보면 각각의 특징들이 있어 전혀 다른 무리로 생각될 수도 있다. 그런데 진돗개와 불도그는 같은 무리인 '개'라고 부르며, 고양이와 다르게 취급한다.

이처럼 생물을 분류하는 기본 단위를 **종**이라고 한다. 종의 개념은 스웨덴의 식물학자인 린네에 이르러 그 개념이 체계화되었다. 린네는 개체의 형태에 중점을 두어 종을 정의했으며, 종의 기준이 되는 개체와 외부 형태가 유사한 개체들을 같은 종으로 분류하였다. 형태를 기준으로 하는 종의 개념은 종이 불변한다는 생각과 함께 상당히 오랫동안 사용되었다.

그러나 생물은 환경 조건이나 발생 단계에 따라 같은 종이라도 모양이 크게 다른 것들이 있으므로 형태적인 특징으로 종을 정의하기 곤란한 경우도 있다.



그림 Ⅵ-33 잠자리와 잠자리의 유충_ 같은 종이지만, 발생 단계에 따라 모양이 많이 다르다.

현대의 종이란 생물학적 종을 말하며, 이것은 생식적으로 독립된 자연 집단으로서, 비슷한 형태적 특징을 가진 무리를 의미한다. 즉, 생식을 통해 자손을 얻을 수 있고, 그 자손이 계속 생식 능력을 가질 때 이 생물학적 종을 하나의 종으로 정의하고 있다.

분류 방법

예전부터 사람들은 생물을 여러 가지 기준으로 분류해 왔다. 사람이 생물을 어떻게 이용하느냐에 따라 식용 생물과 약용 생물 등으로 분류하였으며, 서식지에 따라 해양 생물과 육상 생물 등으로 분류하였다. 이러한 분류 방식은 생물 자체를 기준으로 한 것이 아니라 사람의 편의에 따른 분류라고 할 수 있다.

이처럼 생물의 기본 특성이나 다른 생물과의 연관성을 고려하지 않고 사람들의 인위적인 기준에 따른 분류를 **인위 분류**라고 한다. 반면, 생물의 내부 구조, 생식 기관의 구조, 발생 과정 등을 기준으로 생물 상호간의 유연관계나 진화의 계통에 따라 분류하는 방법을 **자연 분류**라고 한다. 지금은 과학적인 생물의 분류 방식인 자연 분류 방식을 따르고 있다.

자연 분류의 기준이 되는 생물의 형질을 **분류 형질**이라고 한다. 이러한 분류 형질은 유전이 되고, 계절이나 환경에 따라 변하지 않으며, 관찰하기 쉬워야 한다.

분류 단계

우리가 편지를 쓸 때 '시/도, 군/구, 읍/면, 도로명/건물 번호' 등의 단계로 주소를 쓰는 것처럼, 생물을 분류할 때에도 단계를 정해 놓으면 쉽게 분류할 수 있다.

생물을 분류해 나가면 분류 체계상 몇 가지 단계가 생기는데, 이러한 분류 단계 중 첫 번째 단계가 바로 **계**이다. 분류의 두 번째 단계는 **문**이며, 각 생물계는 각각 여러 개의 문으로 나누어진다. 그리고 문 다음으로는 **강**, **목**, **과**, **속**, **종** 등의 단계로 세분화된다.

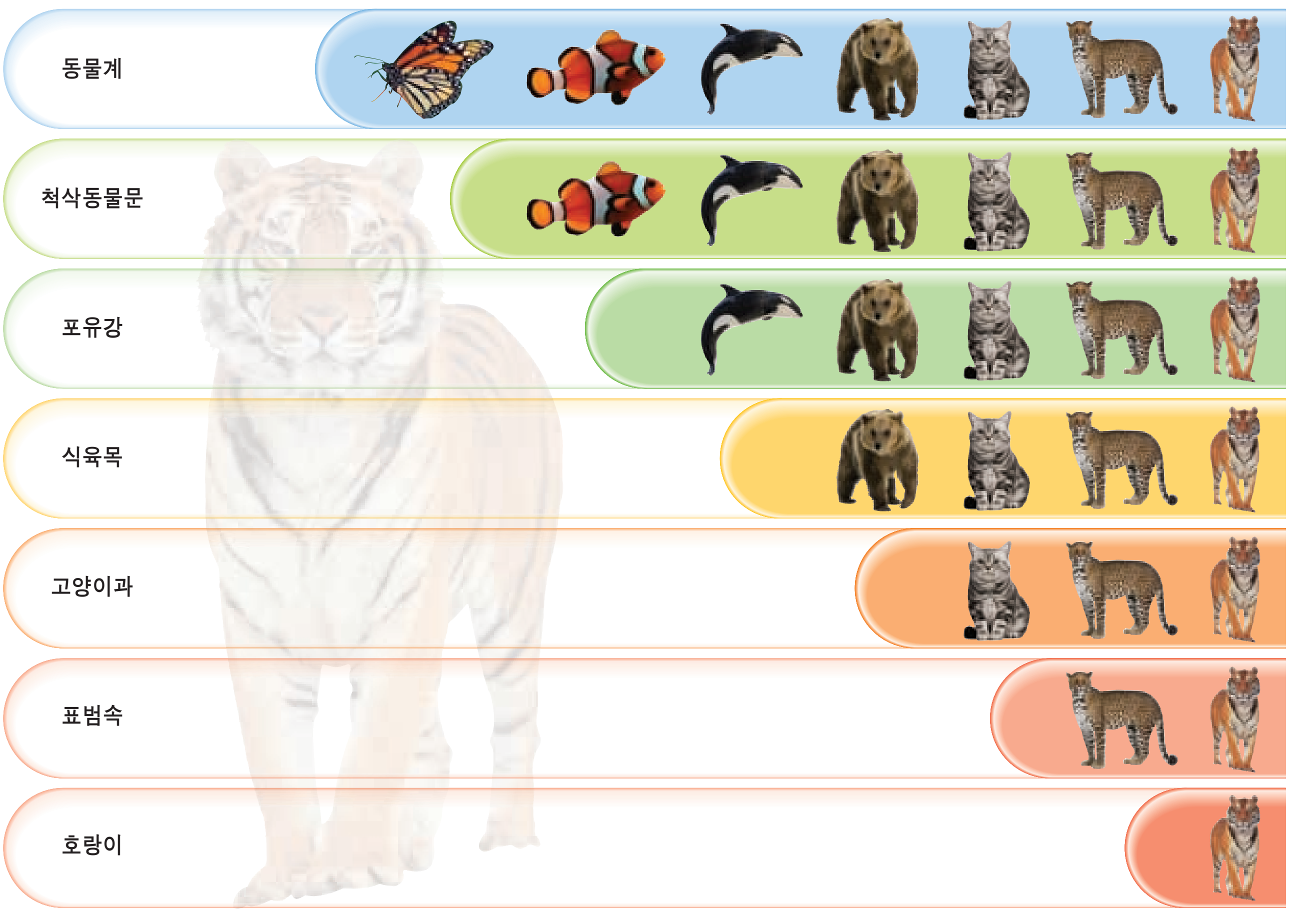


그림 Ⅵ-34 호랑이의 분류 단계_ 호랑이는 동물계 → 척삭동물문 → 포유강 → 식육목 → 고양이과 → 표범속 → 호랑이(종)의 단계로 분류된다.

학명

각 나라마다 고유의 언어를 사용하므로 같은 생물이라도 나라마다 이름이 달라서 학술 연구에 불편한 점이 많았다. 이러한 이유로 각국의 학자들은 국제 협약에 따라 생물의 이름을 공동 규약으로 만들 것을 제안하였다.

생물의 종에 붙여진 이름은 국제적 학술 명칭인 **학명**을 사용해야 한다. 학명은 기본적으로 린네가 제안했던 생물의 이름을 두 단어로 나타내는 **이명법**을 사용한다.

이명법은 속명과 종명을 반드시 쓰고, 그 다음에 명명한 사람의 이름을 쓴다. 예를 들어 사람을 이명법으로 나타내면 다음과 같다.

학명을 표기할 때의 원칙
- 속명과 종명은 이탤릭체로 쓴다.
- 속명의 첫 글자는 대문자로 쓰고, 종명의 첫 글자는 소문자로 쓴다.
- 명명자는 정체로 쓰며, 이름의 첫 글자만 적거나 생략할 수도 있다.

사람 :	*Homo*	*sapiens*	Linné
	속명	종명	명명자

학명은 한 가지만 인정된다. 따라서 신종에 대한 명명은 국제 규약에 따라야 하며, 학술지에 발표하여 국제적으로 인정받아야 한다.

계통수

한 집안의 족보를 따라 거슬러 올라가 보면 그 집안의 뿌리를 알 수 있고 친척과의 관계도 파악할 수 있다. 이와 마찬가지로 자연 분류의 기준에 따라 생물을 분류하면 생물 상호간의 유연관계와 진화 계통을 알아낼 수 있다.

유연관계
생물의 분류에서 어느 정도로 가까운지를 나타내는 관계

오늘날의 수많은 생물들은 지구 상에 생물이 출현한 이후 다양한 환경 변화에 적응하면서 진화해 온 결과이다. 따라서 어떤 생물의 분류학적 위치는 그 생물이 진화해 온 과정과 관계가 깊다.

전통적으로 생물을 분류할 때 그림과 같이 공통적인 특징을 갖는 생물을 같은 상자에 넣어 구분하였다.

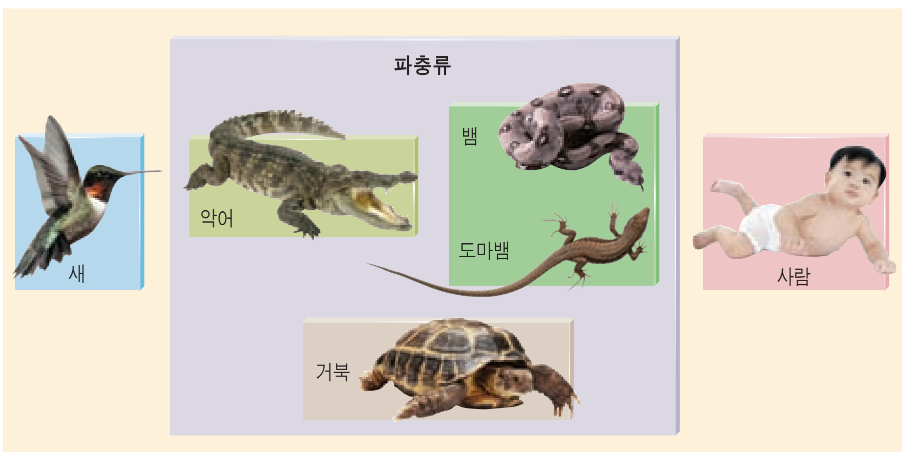


그림 Ⅵ-35 생물의 분류_ 새, 악어, 뱀, 도마뱀, 거북, 사람을 분류할 때 파충류인 악어, 뱀, 도마뱀, 거북을 같은 상자 안에 넣고, 다시 뱀과 도마뱀을 작은 상자 안에 같이 넣는다.

그러나 이러한 분류 방식으로는 생물 사이의 유연관계나 진화 경로를 정확히 표현하기가 어렵다. 생물의 유연관계를 토대로 공통 조상과 여기에서 진화해 온 갈래를 나타낸 것을 **계통**이라고 하며, 이를 나무에 비유하여 나타낸 것을 **계통수**라고 한다. 계통수에서 같은 가지에 속하는 생물들은 공통 조상에서 갈라져 나온 것으로서, 다른 가지의 생물들보다 유연관계가 가깝다. 또 공통 조상은 위로 갈수록 더 늦게 출현한 것이다.

오늘날 생물학자들은 다양한 종들을 비교하여 계통적으로 관련이 있는 종끼리 묶어 지구 상의 생물들을 크게 원핵생물계, 원생생물계, 균계, 식물계, 동물계의 5계로 분류한다.

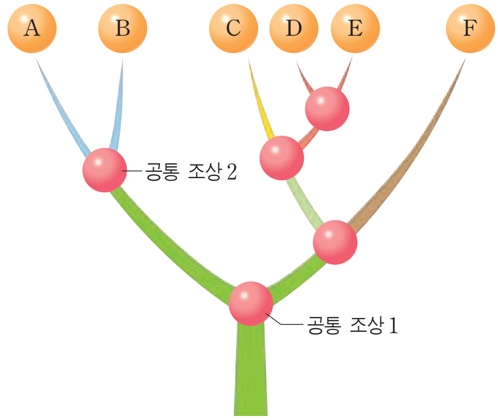


그림 Ⅵ-36 계통수_ A와 B 사이는 A와 C 사이보다 유연관계가 더 가깝다. 또 공통 조상 1보다 공통 조상 2가 더 늦게 출현하였다.



그림 Ⅵ-37 생물의 5계 분류_ 생물계는 원핵생물계, 원생생물계, 균계, 식물계, 동물계의 5계로 분류한다.



자기 주도 학습

개념 확인하기

생물의 분류 기준으로 이용할 수 있는 형질은 어떤 특징을 가지는가?

과학과 기술, 사회 연관 짓기

균계의 생물이 합성한 물질로 원핵생물의 생장을 제한하는 사례를 조사해 보자.

4-2 분류의 실제

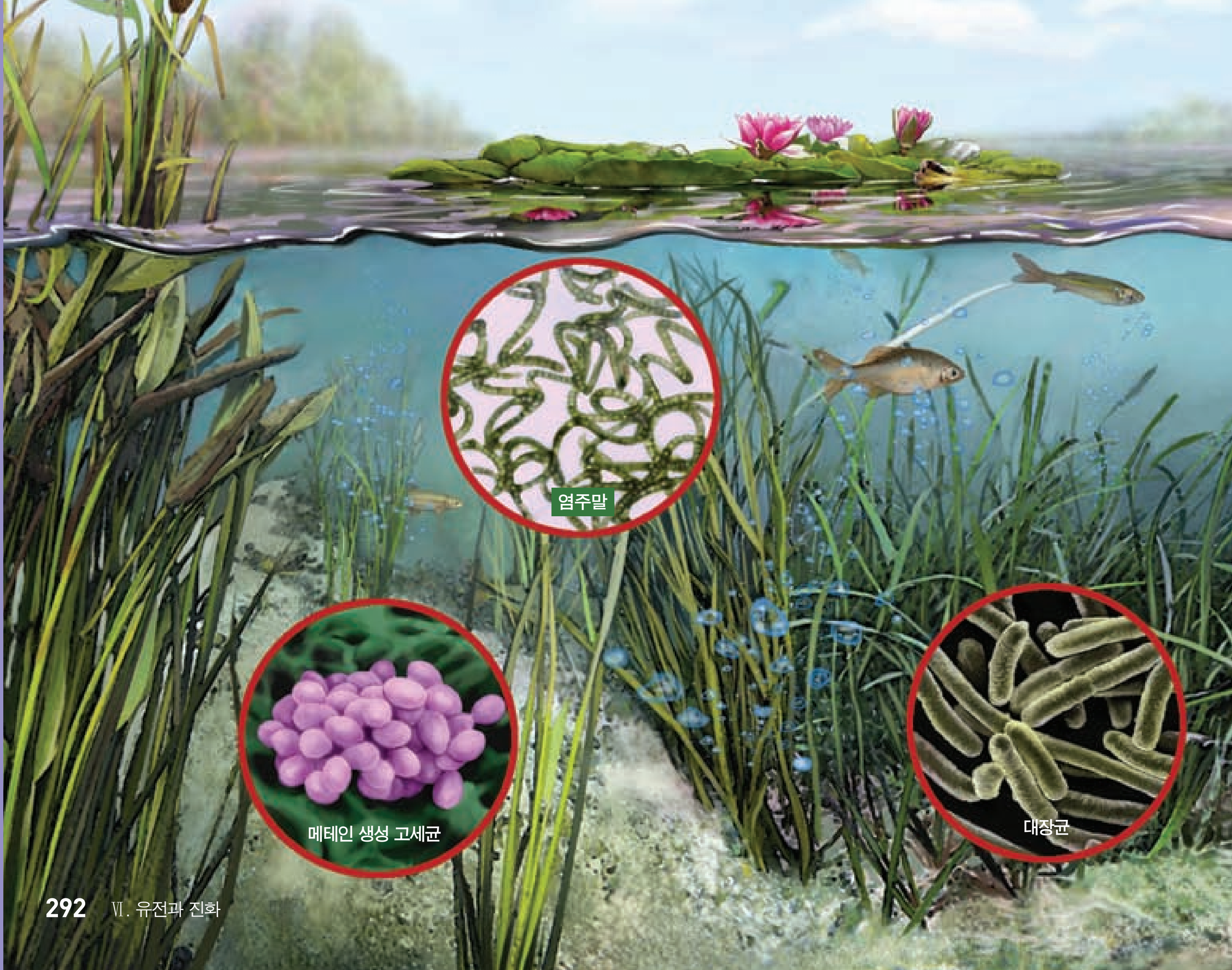
학습 목표

- 분류의 목적과 기준을 생물의 다양성과 관련지어 설명할 수 있다.

생물학자들은 현재 지구 상에 약 150만 종이 넘는 생물들이 살고 있는 것으로 추측하고 있으며, 이처럼 많은 생물들을 5계 분류 체계로 분류하고 있다. 5계는 어떤 특징으로 구분하였을까?

원핵생물계

원핵 세포는 핵막이 없기 때문에 핵과 세포질의 구분이 뚜렷하지 않은 세포이다. 원핵 세포로 이루어진 원핵생물은 대부분 단세포이지만, 때로는 세포들이 모여 군체를 이루기도 한다.

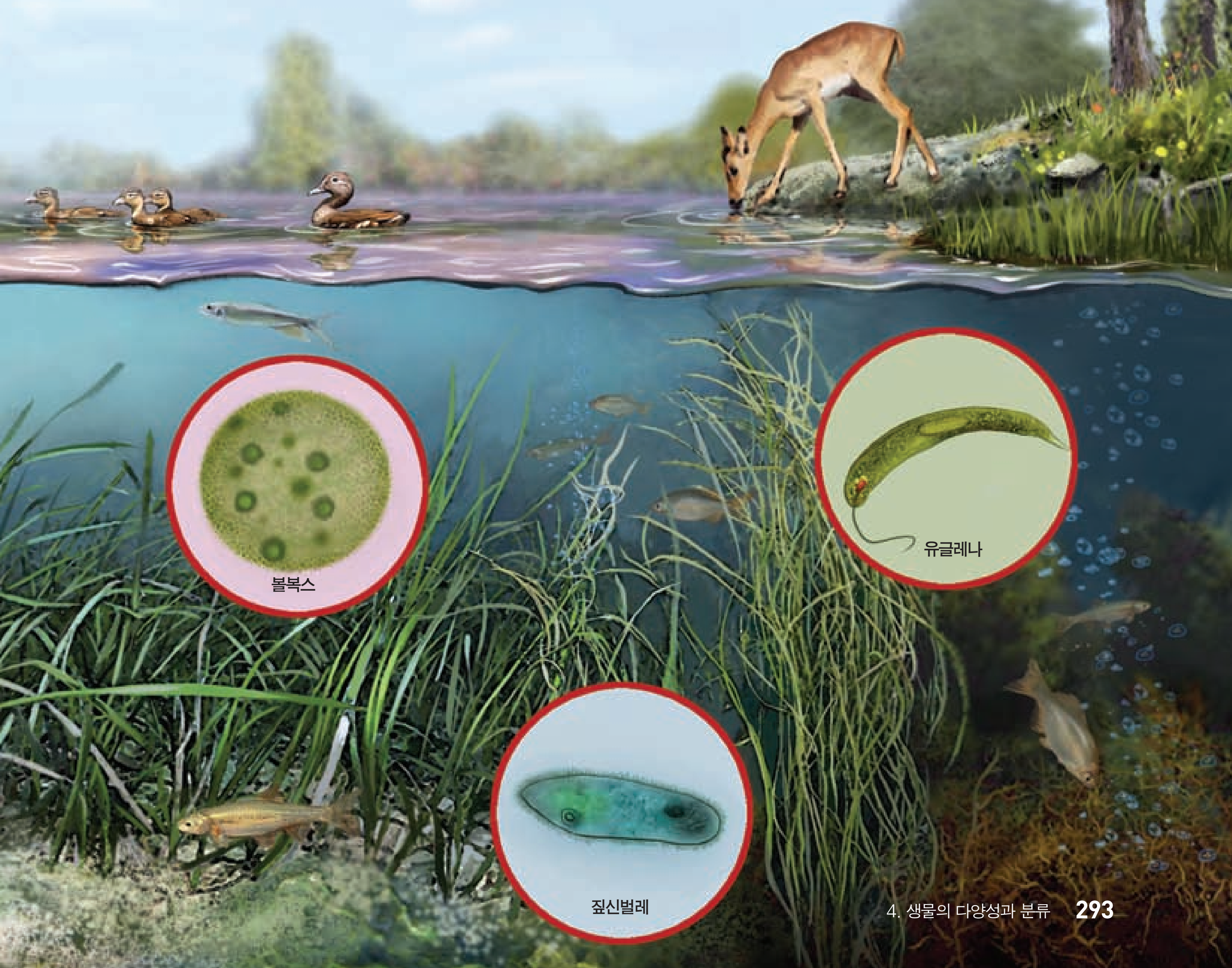


원핵생물은 영양분을 얻는 방법에 따라 두 가지로 나눌 수 있다. 하나는 염주말과 같이 스스로 영양분을 합성하는 남조류가 있고, 다른 하나는 대장균과 같이 다른 생물의 사체나 배설물을 분해하여 생활하는 세균류가 있다.

원생생물계

핵막이 있는 진핵 세포로 이루어진 생물을 원생생물이라고 한다. 원생생물에는 비광합성 원생생물인 원생동물과 광합성 원생생물을 포함하는 대부분의 단세포 진핵생물이 있다. 또한 조직 분화가 완전하게 되지 않은 다세포 진핵생물도 원생생물에 속한다.

대부분의 원생생물은 물속에 서식하는데, 일부는 호수나 연못의 진흙 바닥이나 동물의 소화관에 서식한다. 원생생물의 예로는 짚신벌레, 아메바, 돌말, 김, 미역, 볼복스 등이 있다.



균계

균류는 다세포 생물이면서 엽록소가 없어 기생 생활을 하는 진핵생물이며, 몸이 실 모양의 균사로 이루어져 있다. 대부분의 균류는 죽은 생물에서 양분을 얻지만 일부는 동물이나 식물의 몸에 기생하며, 균사에서 만들어지는 포자로 번식한다. 균류의 예로는 곰팡이와 버섯이 있다.

식물계

식물은 세포나 조직이 분화되어 있는 다세포 생물이며, 광합성에 의해 유기물을 생산하는 진핵생물이다. 식물은 크게 종자를 만들어 번식하는 종자식물과 고사리나 이끼처럼 포자를 만들어 번식하는 포자식물로 나눌 수 있다. 종자식물은 소나무나 은행나무처럼 씨방이 없는 겉씨식물과 사과나무나 민들레처럼 밑씨가 씨방에 둘러싸인 속씨식물로 나눌 수 있다.



동물계

동물은 몸이 진핵 세포로 이루어진 다세포 생물이며, 엽록체가 없어 광합성을 하지 못한다. 따라서 식물이나 다른 동물을 섭취하여 필요한 영양분을 얻으며, 대부분 여러 가지 운동 기관으로 이동하며 살아간다.

동물은 딱정벌레처럼 척추가 없는 무척추동물과 토끼처럼 척추가 있는 척추동물로 나눌 수 있다. 척추동물은 체온이 일정하게 유지되는 동물과 체온이 환경에 따라 변하는 동물로 나누어진다. 체온이 일정한 동물의 종류에는 알을 낳는 조류와 새끼를 낳는 포유류가 있다. 또한 체온이 변하는 동물의 종류에는 호흡 기관에 따라 아가미로 호흡하는 어류, 폐와 피부로 호흡하는 양서류, 폐로 호흡하는 파충류가 있다.



그러면 생물을 5계로 분류하는 기준은 무엇이며, 각 계에 속하는 생물들의 공통점과 차이점은 무엇일까?

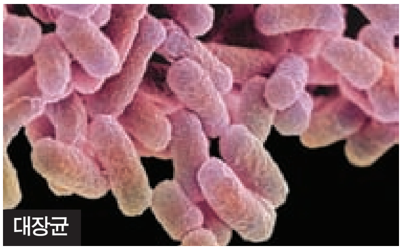


생물의 5계 분류

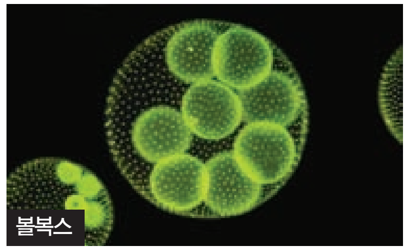
목 · 표

분류 기준에 따라 계 수준에서 생물을 분류할 수 있다.

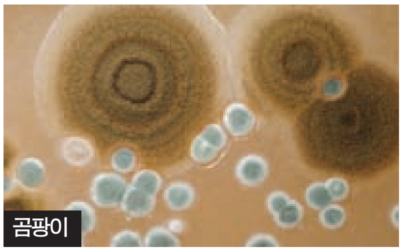
그림은 9종류의 생물을 나타낸 것이다.

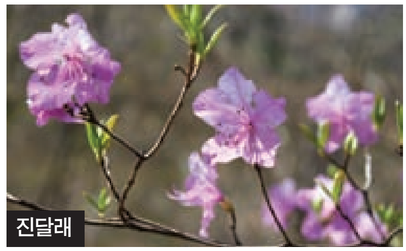

대장균


짚신벌레


볼복스

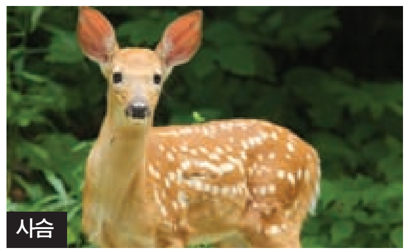

버섯


곰팡이


진달래


은행나무


개구리


사슴

정리 1

9가지 생물의 특징을 표의 빈칸에 써 보자.

생물의 종류	핵의 유무	엽록체의 유무	몸의 세포 수	균사의 유무
대장균		없음		없음
짚신벌레	있음			없음
볼복스				없음
버섯	있음		다세포	
곰팡이	있음		다세포	
진달래			다세포	
은행나무			다세포	
개구리	있음		다세포	
사슴	있음		다세포	

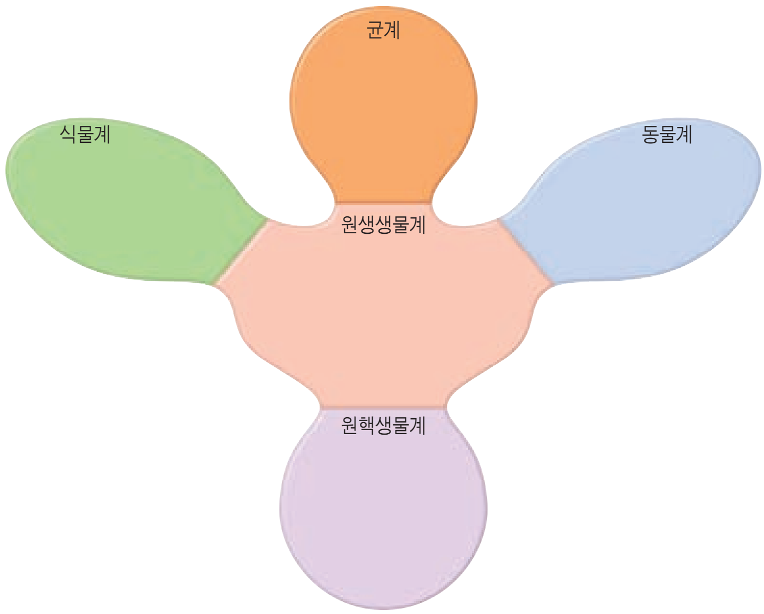
정리 2 창의 · 인성

정리 1의 내용을 이용하여 ㉠~㉧의 분류 단계에 알맞은 내용을 쓰시오.

1−1. (㉠)을/를 가지지 않는다. ······························원핵생물계
1−2. (㉡)을/를 가진다.·····································2로
  2−1. 몸이 (㉢) 세포로 되어 있다. ·························원생생물계
  2−2. 몸이 (㉣) 세포로 되어 있다. ·························3으로
    3−1. (㉤)을/를 가진다. ································균계
    3−2. (㉥)을/를 가진다. ································식물계
    3−3. (㉦)와/과 (㉧)을/를 가지지 않는다. ·····동물계

정리 3

정리 1과 정리 2의 내용을 바탕으로 5계에 해당하는 생물의 이름을 써 보자.



생물의 5계 분류에서는 여러 가지 기준을 종합하여 생물을 분류한다. 이러한 분류 기준에는 세포에서 핵의 유무, 엽록체의 유무, 단세포 또는 다세포인지의 여부, 균사의 유무 등이 있다.

자기 주도 학습

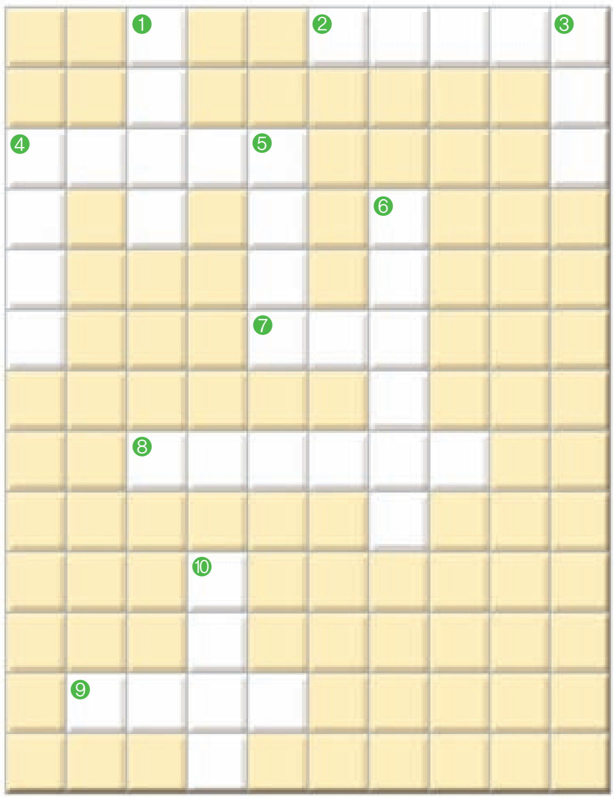
개념 확인하기

체온이 일정한 동물과 환경에 따라 변하는 동물을 두 가지씩 쓰시오.

과학과 생활 연관 짓기

균계에 속하는 생물이 생활에 이용되는 예를 조사해 보자.

개념 정리하기



가로 열쇠

❷ 5계 분류 체계 중 하나로, 원생동물(비광합성 원생생물)과 조류(광합성 원생생물)를 포함하는 대부분의 단세포 진핵생물로 구성됨.

❹ 상동 염색체 위에 쌍을 이루고 있는 두 개의 유전자

❼ 생물계를 일정한 규칙에 따라서 문, 강, 목, 과, 속, 종 등의 단계로 정리하고, 이것들의 상호 관계나 계통 등을 연구하는 학문

❽ 생물의 해부학적 구조를 비교하여 얻은 진화의 증거

❾ 발생 기원과 기본 구조가 다르지만, 형태와 기능이 유사한 기관

세로 열쇠

❶ 유전자가 X 염색체에 들어 있어서 성별에 따라 형질이 나타나는 빈도가 달라지는 유전 현상

❸ 생물의 유연관계를 토대로 생물이 진화해 온 과정을 나무 모양의 그림으로 나타낸 것

❹ 완두의 키가 '큰 것 – 작은 것'이나 씨의 색깔이 '황색–녹색'처럼 하나의 형질에 대하여 서로 뚜렷하게 구별되는 형질

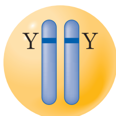
❺ 식물의 꽃가루가 같은 꽃 속의 암술머리에 스스로 수분되는 현상

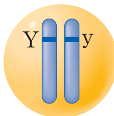
❻ 유전자와 단백질의 구조를 분석하여 찾을 수 있는 진화의 증거

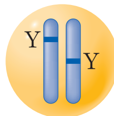
❿ 형태와 기능은 달라도 기본 구조가 유사한 기관

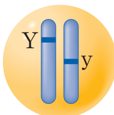
개념 적용하기

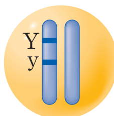
1 황색 완두(YY)와 녹색 완두(yy)를 교배하였더니 잡종 1대(F_1)에서는 모두 황색 완두가 나타났다. F_1의 황색 완두가 갖는 유전자의 위치를 염색체 위에 바르게 나타낸 것은? (단, 황색 유전자가 녹색 유전자에 대하여 우성으로 작용한다.)

① 

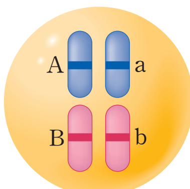
② 

③ 

④ 

⑤ 

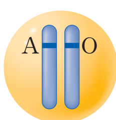
2 그림은 유전자형이 AaBb인 개체의 유전자 위치를 나타낸 것이다.

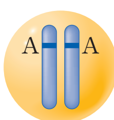


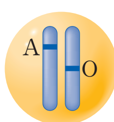
이 개체가 만들 수 있는 생식 세포의 유전자형을 바르게 나타낸 것은?

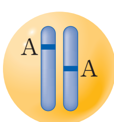
① AA, bb
② AB, ab
③ Ab, aB
④ AA, BB, aa, bb
⑤ AB, Ab, aB, ab

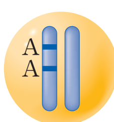
3 혈액형이 B형인 어머니로부터 태어난 A형인 아들의 유전자 위치를 바르게 나타낸 것은?

① 

② 

③ 

④ 

⑤ 

4 다음은 유전 인자의 이동 현상에 대하여 설명한 내용이다.

> 한 쌍의 대립 인자는 생식세포를 형성할 때 서로 분리되어 다른 생식세포로 들어간 다음, 수정에 의해 다시 쌍을 이루어 유전 형질을 발현시킨다.

위의 설명에 해당하는 것은?

① 서턴의 염색체설
② 모건의 유전자설
③ 멘델의 우열의 법칙
④ 멘델의 분리의 법칙
⑤ 멘델의 독립의 법칙

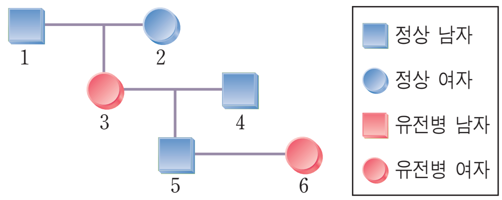
5 표는 학생들이 본인과 형제, 자매 및 부모의 몇 가지 유전 형질에 대해 조사한 결과를 나타낸 것이다.

형질	대립 형질	아버지	어머니	본인	형제, 자매
혀말이	된다, 안 된다	된다	안 된다	된다	된다
귓불	분리형, 부착형	분리	부착	분리	부착
머리카락	곧은머리, 곱슬머리	곱슬	곱슬	곱슬	곱슬
보조개	있다, 없다	있다	없다	있다	없다
주근깨	있다, 없다	있다	있다	있다	없다

위 자료를 통해 우성 형질임을 명확하게 알 수 있는 것을 있는 대로 고른 것은?

① 주근깨 있음
② 머리카락 곱슬
③ 귓불 분리, 머리카락 곱슬
④ 혀말이 안 됨, 보조개 있음
⑤ 주근깨 있음, 머리카락 곱슬

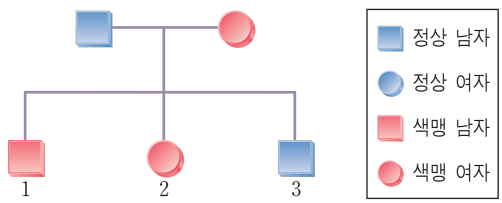
6 그림은 어떤 유전병에 대한 가계도이다(단, 우성 유전자는 A, 열성 유전자는 a로 표시한다).



위 가계도에 대한 설명 중 옳은 것은?

① 이 유전병은 정상에 대해 우성 형질이다.
② 이 유전병 유전자는 X염색체 위에 존재한다.
③ 1이 유전병 유전자를 가질 확률은 50 %이다.
④ 이 유전병은 분리의 법칙에 따라 유전되지 않는다.
⑤ 5와 6 사이에서 유전병 자녀가 태어날 확률은 50 %이다.

7 그림은 색맹 유전을 조사하여 나타낸 가계도이다(단, 색맹 유전자는 X염색체 위에 있고, 정상 유전자에 대해 열성이다).



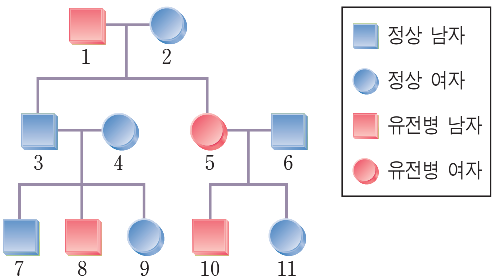
위 가계도의 1~3에서 잘못 표시한 곳을 있는 대로 고른 것은?

① 1　② 2　③ 3
④ 1, 2　⑤ 2, 3

8 다음 중 유연관계가 가장 가까운 경우는?

① 같은 속에 속하고 종이 다른 두 생물
② 같은 과에 속하고 속이 다른 두 생물
③ 같은 목에 속하고 과가 다른 두 생물
④ 같은 강에 속하고 목이 다른 두 생물
⑤ 같은 문에 속하고 강이 다른 두 생물

9 그림은 유전자가 X염색체 위에 존재하는 어떤 유전병에 관한 가계도를 나타낸 것이다.



8이 가진 유전병 유전자의 전달 경로를 쓰시오.

10 다음은 용불용설과 자연선택설에서 기린의 목이 길어진 이유에 대한 설명을 순서 없이 나열한 것이다.

> (가) 목이 긴 기린만 경쟁에서 살아남았다.
> (나) 오랜 기간 누적되어 목이 길어졌다.
> (다) 초기에는 목이 긴 기린과 짧은 기린이 있었다.
> (라) 높은 나무의 잎을 따 먹기 위해 목을 길게 늘렸다.
> (마) 초기의 기린은 목이 짧았다.
> (바) 목이 짧은 기린은 높은 나무의 잎을 따 먹지 못했다.

위의 내용으로 용불용설과 자연선택설에 의해 기린의 목이 길어진 과정을 옳게 나열한 것은?

	용불용설	자연선택설
①	(다) → (라) → (나)	(마) → (바) → (가)
②	(다) → (바) → (가)	(마) → (라) → (나)
③	(마) → (바) → (가)	(다) → (라) → (나)
④	(마) → (라) → (가)	(다) → (바) → (나)
⑤	(마) → (라) → (나)	(다) → (바) → (가)

개념 응용하기

과학 글쓰기

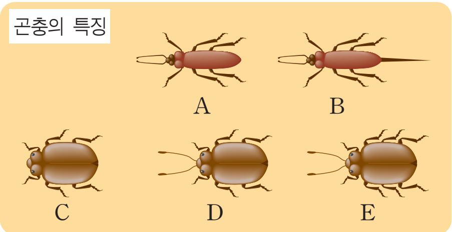
1 표는 완두와 분꽃의 교배 실험을 나타낸 결과이다.

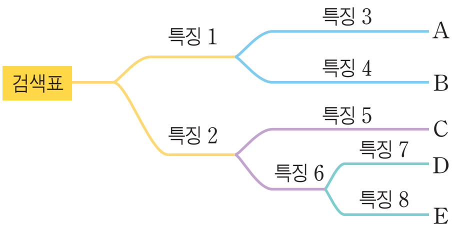
구분	완두의 모양	분꽃의 색깔
어버이 세대	순종의 둥근 완두, 순종의 주름진 완두	순종의 붉은색 분꽃, 순종의 흰색 분꽃
잡종 1대	둥근 완두	분홍색 분꽃
잡종 2대	둥근 것 : 주름진 것 =3 : 1	붉은색 : 분홍색 : 흰색 =1 : 2 : 1

완두와 분꽃의 유전에서 멘델의 우열의 법칙과 분리의 법칙이 적용되는지를 서술하시오.

창의·인성 키우기

2 어떤 분류학자가 무인도에서 발견한 곤충들의 특징을 관찰하고 분류한 다음, 이들의 이름을 A~E로 붙이고 검색표를 만들었다.

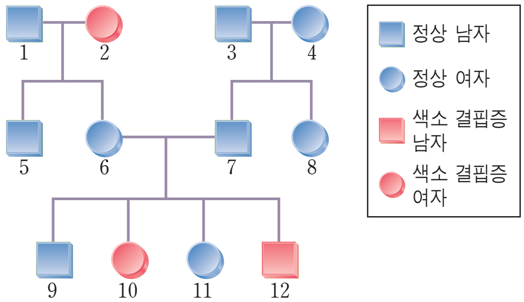




검색표의 특징 5는 무엇인지 쓰시오.

분석력 키우기

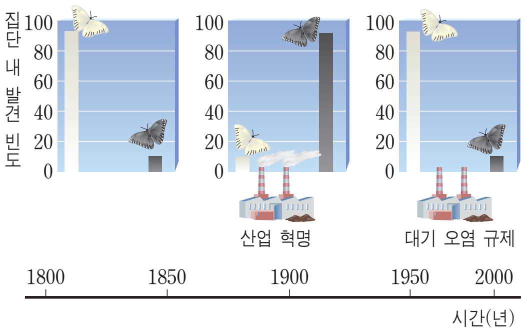
3 그림은 어느 집안의 색소 결핍증에 대한 가계도이다(단, 색소 결핍증이란 머리카락, 눈, 피부 등의 색소가 결핍되어 나타나는 증상이다).



색소 결핍증의 우열 관계를 판단하고, 색소 결핍증 유전자가 상염색체에 존재할 것으로 판단할 수 있는 이유를 서술하시오.

탐구력 기르기

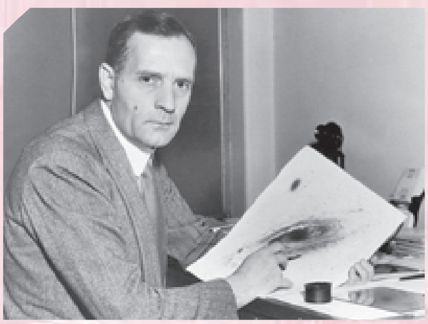
4 그래프는 산업 혁명 이전과 이후의 숲 속에서 흰색 나방과 검은색 나방의 집단 내 발견 빈도 변화를 나타낸 것이다(단, 나방의 색깔은 한 쌍의 대립 유전자에 의해 결정된다).



위 자료와 가장 관계가 깊은 진화 요인은 무엇이며, 그렇게 생각한 이유를 설명하시오.



허블(Hubble, E. P. ; 1889~1953)



1889년 미국 미주리 주 마시필드에서 태어났다. 1910년 시카고 대학교를 수학 · 물리 · 철학 전공으로 졸업하고, 영국 옥스퍼드 대학에서 유학하였다. 잠시 변호사로 일하던 그는 천문학에 흥미를 느껴 1914년부터 여키스 천문대에서 천체 관측을 시작했고, 1917년 시카고 대학교에서 천문학 학위를 받았다.

1920년대 초에 나선 은하 속에서 세페이드 변광성을 발견하고, 이로부터 이들이 우리은하 밖에 위치한다는 사실을 알아냈다. 또한 1929년에는 은하들이 서로 멀어지는 속도는 은하의 거리에 비례한다는 '허블 법칙'을 발견했다.



궤도 운행 중인 허블 우주 망원경



Ⅶ 외권과 우주 개발

❖ 이 단원에서는

우리는 밤하늘에 떠 있는 수없이 많은 별들을 본다. 이 별들이 모여 은하를 형성하는데, 우리가 살고 있는 태양계 또한 우리은하에 포함되어 있다. 은하는 빛의 속도로 수천 년을 가도 벗어나지 못할 정도의 거대한 공간이다.

이 단원에서는 별과 별자리에 대한 기본적인 내용을 이해하고, 성운과 성단, 은하에 대해 알아보자. 또한 우주의 기원을 설명하는 빅뱅 우주론을 살펴보고, 지금까지 이루어진 우주 탐사의 역사와 다양한 관련 직업에 대해 알아보자.

1

≫ 중단원 미리 보기

별



밤하늘에 그려진 그림

봄, 여름, 가을, 겨울에 보이는 별자리는 각각 다르다. 계절에 따라 밤하늘에서 볼 수 있는 별자리에는 어떤 것들이 있을까?



우리가 살고 있는 지구는 태양계에 속하고, 태양계는 우리은하에 속한다. 그리고 우리은하를 비롯하여 수많은 은하가 모여서 우주를 이룬다. 이렇게 무수히 많은 천체가 있는 우주에 대한 의문을 풀기 위해 과학자들은 아주 오래전부터 노력해 왔다. 우주를 이루는 여러 천체들은 어떠한 모습일까?



지구의 공전에 의한 별의 시차

지구가 공전함에 따라 가까운 별의 위치가 다르게 나타난다. 이 현상을 이용하면 별까지의 거리를 알아낼 수 있는데, 그 원리는 무엇일까?



파란 별, 붉은 별

오리온자리에는 파란색을 띠는 별도 있고 붉은색을 띠는 별도 있다. 이와 같이 별의 색깔이 서로 다르게 나타나는 이유는 무엇일까?

1-1 별의 위치와 별자리



맑은 날 밤, 불빛이 적은 곳에서는 수많은 별들이 흩어져 있는 것을 볼 수 있다. 이러한 별들의 위치를 잘 기억할 수 있는 방법은 없을까? 또 별들의 위치는 계절에 따라 어떻게 달라질까?

학습 목표

- 별의 위치를 찾는 방법을 설명할 수 있다.
- 계절에 따라 관측할 수 있는 별자리가 다름을 설명할 수 있다.

오래전부터 사람들은 밤하늘의 밝은 별들을 가상의 선으로 이어서 모양을 만들고, 여러 가지 물건이나 동물 또는 신화 속에 나오는 주인공의 이름을 붙였는데, 이를 별자리라고 한다. 별자리에는 어떤 것들이 있으며, 밤하늘에서 별을 찾을 때 별자리는 어떻게 이용될까?

별의 위치

조선 시대 초기에 우리 조상들은 천상열차분야지도라는 천문도를 만들었는데, 이것은 돌에 별자리의 위치를 새겨 만든 것으로서, 세계적으로 오래된 천문도 중의 하나이다. 이 천문도 안에는 많은 별들과 별자리들이 기록되어 있다. 현재 우리가 사용하고 있는 1만 원권 지폐의 뒷면에는 혼천의와 함께 천상열차분야지도의 일부가 그려져 있다. 우리 조상들은 이러한 천문도를 통해 별의 위치를 더욱 잘 파악할 수 있었다.

혼천의
천체의 운행과 위치를 측정할 때 사용하던 천문 관측 기기이다. 1669년에 송이영은 세계에서 처음으로 혼천의를 시계 장치와 결합하여 혼천 시계를 제작하였다.

그림 Ⅶ-1 1만 원권 지폐에 실린 과학 기구







그림 Ⅶ-2 고대 바빌로니아의 표석

우리나라를 비롯해 동양에서 별의 위치를 기억하기 쉽도록 별자리를 만든 것처럼 서양의 여러 지역에서도 별자리를 만들었다.

수천 년 전 바빌로니아 지역에 살던 유목민들은 양 떼를 지키면서 하늘을 보다가 별자리를 만들었는데, 기원전 3천 년경에 만든 이 지역의 표석에는 황도 12궁을 포함한 20여 개의 별자리가 기록되어 있다. 또한 비슷한 시기에 고대 이집트에서도 43개의 별자리를 기록하였다고 한다.

그 후 바빌로니아와 이집트의 천문학이 그리스로 전해지면서 별자리 이름에 그리스 신화 속의 신과 영웅, 동물들의 이름이 더해졌다. 또한 남반구의 별자리가 알려지고, 망원경에 의한 천체 관측이 발달하면서 더욱 많은 별자리가 정해졌다.

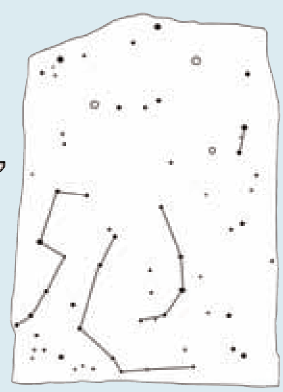
현재 사용하고 있는 별자리는 1928년 국제 천문 연맹에서 정한 것으로, 모두 88개의 별자리가 있다. 우리나라에서는 이 중 50여 개의 별자리를 관측할 수 있다.

이미지 사이언스 오래된 별자리, 아득이 돌판



충청북도 청원의 아득이 마을에서 청동기 시대의 고인돌 유적을 발굴하던 중 발견된 돌판으로서, 65개의 구멍은 작은곰자리, 용자리, 세페우스자리 등 북두칠성 주변의 별자리를 새긴 것이라고 한다.





STEAM 융합

우리 조상들의 별자리와 천문학

밤하늘의 별들은 옛날 사람들에게 길을 안내하고 시간과 계절을 알려 주는 중요한 역할을 했다. 따라서 사람들은 별의 위치를 잘 기억해 둘 필요가 있었고, 이를 위해 별자리를 만들었다.

수천 년 전의 고대 이집트나 바빌로니아에서 별자리가 사용되었던 것처럼 동양에서도 오래전부터 별자리가 있었다. 우리나라에서도 고구려 시대의 고분 벽화에 북두칠성을 비롯한 여러 가지 별자리가 그려져 있는 것을 볼 수 있다. **천상열차분야지도**는 고구려 시대의 천문도를 토대로 조선 태조 때 처음으로 제작된 천문도이다. 여기에는 1,467개의 별들로 이루어진 293개의 별자리가 큰 원 안에 그려져 있다. 별들의 위치는 대부분 약 2천 년 전의 것이고, 일부는 약 7백 년 전의 것임이 밝혀졌다. 이후 천상열차분야지도를 바탕으로 여러 천문도가 만들어져 사용되었다.

또한 서양의 별자리와 같이 우리나라에서도 여름철의 견우성과 직녀성, 북쪽 하늘의 북두칠성 등에 많은 전설이 담겨져 있다. 이와 같이 별들은 아주 오랜 옛날부터 인류에게 시계와 나침반 역할을 하였으며, 한편으로는 문학 작품의 소재가 되어 항상 우리 곁에 가까이 있었다.



㉯ 고구려 덕흥리 1호분 널방 천장 벽화에 새겨진 별자리



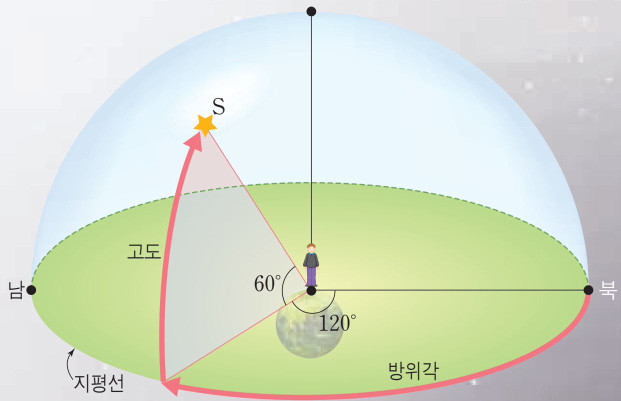
붉은색으로 표시한 7개의 별을 무엇이라고 하는가?

㉮ 천상열차분야지도 각석(재현)

달이나 행성, 별 등 천체의 위치를 나타낼 때 흔히 ‘서쪽 하늘에서 상현달을 보았다.’, ‘남쪽 하늘 중천에 시리우스가 밝게 빛나고 있다.’ 등으로 표현한다. 그러나 이런 방식으로 천체의 위치를 정확히 나타내기는 어렵다.

그러면 하늘에 보이는 별자리의 위치를 쉽게 나타내는 방법에는 무엇이 있을까?

별자리의 위치를 나타낼 수 있는 편리한 방법에는 지평 좌표계가 있다. **지평 좌표계**는 관측자를 기준으로 하여 방위각과 고도를 이용해 천체의 위치를 나타내는 좌표계이다. 일반적으로 **방위각**은 북쪽으로부터 지평선을 따라 시계 방향으로 잰 각도이고, **고도**는 지평선으로부터 그 천체까지의 높이를 잰 각도이다.



❷ 그림 Ⅶ-3 지평 좌표계로 천체의 위치 나타내기_ 방위각은 0°~360°, 고도는 0°~90° 사이의 각도로 나타낸다. 예를 들어, 별 S의 위치는 방위각 120°, 고도 60°로 표현할 수 있다.

별자리판을 이용한 별자리 찾기

밤하늘에 보이는 별자리는 지역이나 계절에 따라 달라질 뿐만 아니라 관측 시각에 따라서도 달라진다. 그러므로 우리가 살고 있는 지역에서 특정한 시각에 특정한 별자리를 찾기는 쉽지 않다. 이런 경우 별자리판을 이용하면 어렵지 않게 별자리를 찾을 수 있다. 별자리판을 이용하여 계절에 따른 별자리를 찾아보자.



❷ 그림 Ⅶ-4 별자리판

탐구 활동 별자리판을 이용한 별 찾기

목·표

별자리판의 사용법을 익혀 실제로 밤하늘에서 별자리를 찾을 수 있다.

준·비·물

별자리판, 나침반, 붉은색 셀로판지, 손전등

과정



❶ 별자리판에서 월 · 일 · 시의 눈금을 관측하고자 하는 날짜와 시각에 맞춘다.

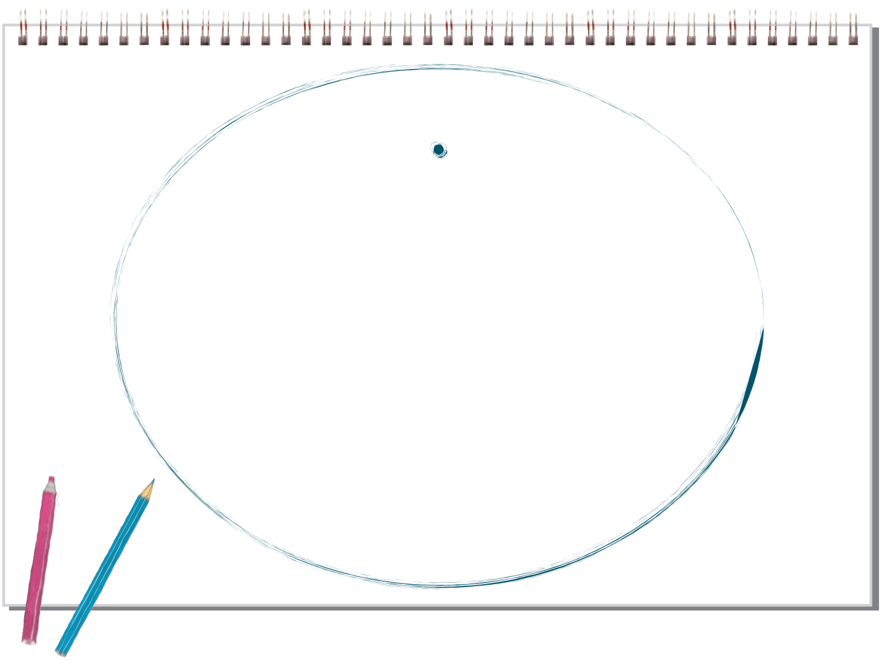
* 예를 들어, 12월 5일 밤 9시의 별자리를 관측하기 위해서는 월 · 일 눈금이 12월 5일인 곳과 시각 눈금 21시가 일치하도록 판을 돌려 맞춘다.

❷ 손전등의 앞부분을 붉은색 셀로판지*로 감싸서 준비한다.

* 손전등의 불빛이 너무 밝으면 어두운 밤하늘에 눈이 익숙해지기 어렵기 때문이다.

결과 창의 · 인성

1 오늘 밤 관측하려는 시각에 볼 수 있는 별자리에는 어떤 것들이 있는지 별자리판에서 찾아 그 모양을 그려 보자.



탐|구|도|우|미

1. 별자리판은 둥근 하늘의 별자리를 평면으로 고쳐서 그려 놓았기 때문에 남쪽과 북쪽의 별자리 모양이 실제보다 납작하게 표현되어 있다.
2. 별의 위치를 나타낼 때에는 지평 좌표계를 사용한다.



❸ 사방이 트이고 주변에 불빛이 적은 곳으로 나가, 나침반을 이용하여 북쪽 방향을 확인하고 별자리판의 북쪽 부분과 일치시킨다.

* 남쪽을 향해 서서 별자리판을 들어 올린 다음, 별자리판의 북쪽 부분이 실제 북쪽을 가리키도록 한다.



❹ 별자리판의 별자리와 밤하늘에 나타난 별자리를 서로 비교하면서 그 모양과 위치 등을 관찰하여 기록한다.

2 각 계절에 따른 별자리와 대표적인 별의 이름을 찾고, 지평 좌표계를 이용해 위치를 표에 기록해 보자.

계절	별자리	대표적인 별	방위각	고도
봄				
여름				
가을				
겨울				



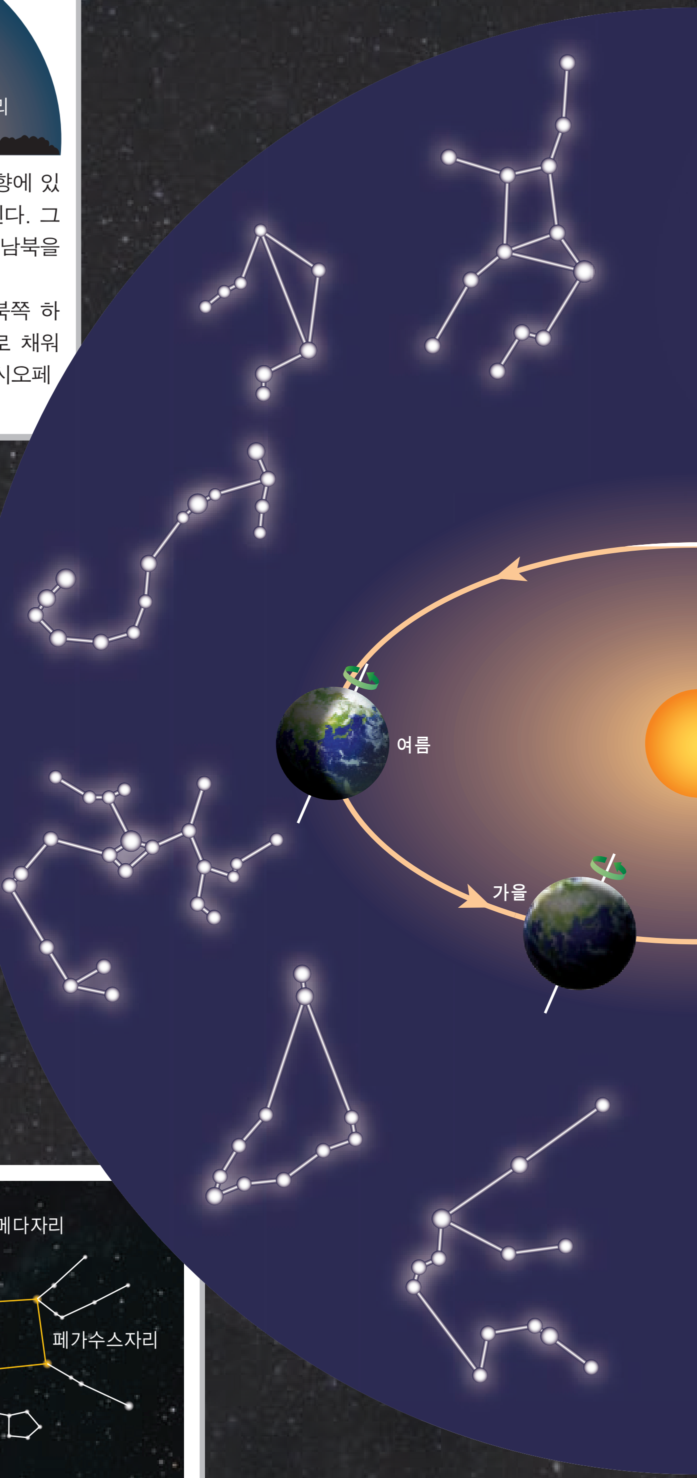
계절에 따른 별자리

북쪽 하늘의 별자리



북극성은 지구의 자전축과 같은 방향에 있기 때문에 항상 같은 위치에서 보인다. 그러므로 북극성을 먼저 찾아서 동서남북을 파악한 후 다른 별자리들을 찾는다.

하늘의 중심이라고 할 수 있는 북쪽 하늘은 1년 내내 만날 수 있는 별들로 채워져 있다. 큰곰자리, 작은곰자리, 카시오페이아자리 등이 그 예이다.



여름철의 별자리

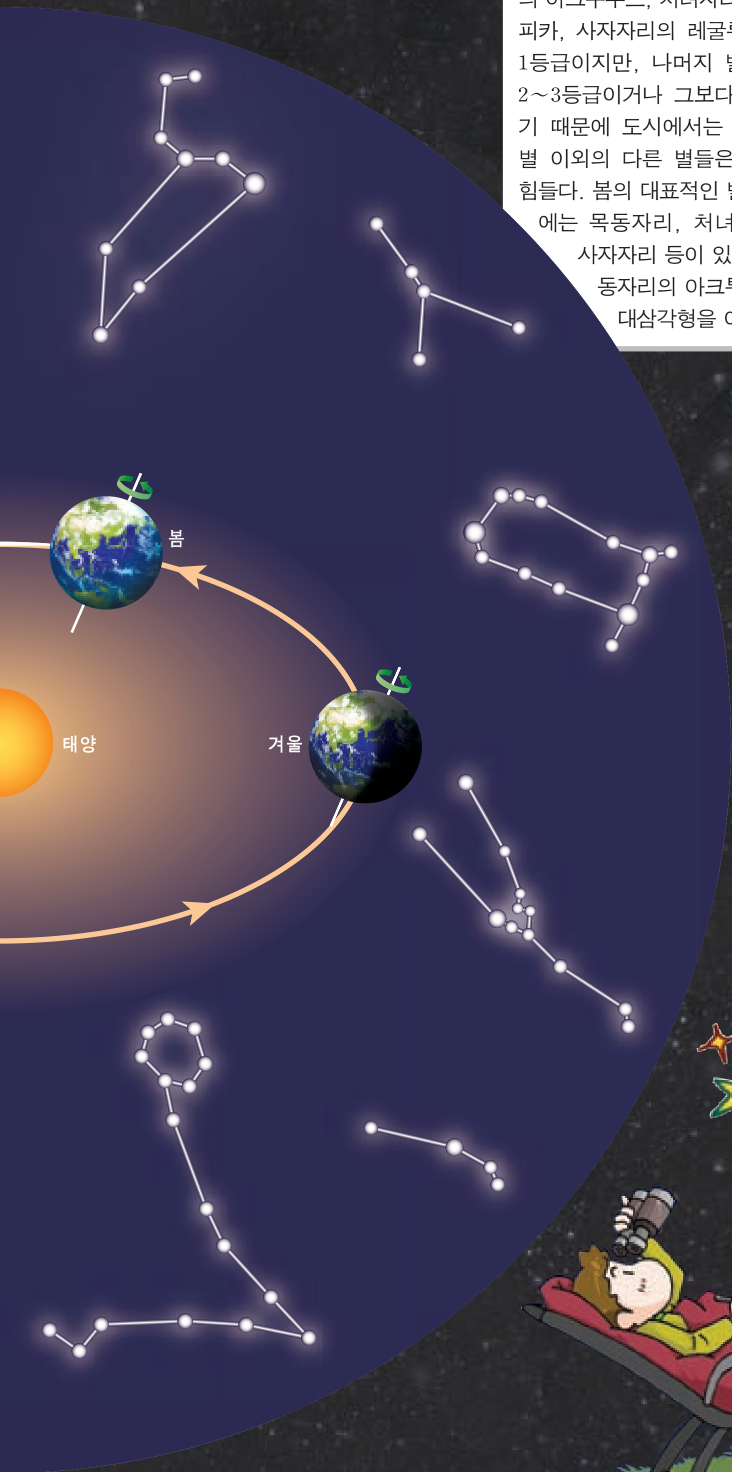


여름철에는 밤하늘의 남쪽과 북쪽 하늘을 가로지르는 넓은 은하수를 사이에 두고 거문고자리와 독수리자리가 나타난다. 그 밖에도 십자가 모양의 백조자리를 여름철의 밤하늘에서 쉽게 찾을 수 있다. 거문고자리의 베가, 독수리자리의 알타이르, 백조자리의 데네브가 여름철의 대삼각형을 이룬다.

가을철의 별자리

가을철의 밤하늘에서는 사각형 모양의 페가수스자리를 중심으로 안드로메다자리, 물고기자리 등의 별자리를 찾을 수 있다. 가을철에는 페가수스자리의 몸통에 해당하는 네 개의 별이 사각형을 이룬다.





봄철의 별자리

봄철의 밤하늘에서 목동자리의 아크투루스, 처녀자리의 스피카, 사자자리의 레굴루스는 1등급이지만, 나머지 별들은 2~3등급이거나 그보다 어둡기 때문에 도시에서는 이 세 별 이외의 다른 별들은 찾기 힘들다. 봄의 대표적인 별자리에는 목동자리, 처녀자리, 사자자리 등이 있다. 목동자리의 아크투루스, 처녀자리의 스피카, 사자자리의 데네볼라가 대삼각형을 이룬다.



겨울철의 별자리

겨울철의 밤하늘에는 다른 계절과는 달리 1등급의 밝은 별들이 많아 쉽게 별자리를 찾을 수 있다. 겨울철의 대표적인 별자리에는 오리온자리를 비롯하여 쌍둥이자리, 큰개자리, 작은개자리 등이 있다. 오리온자리의 베텔게우스, 큰개자리의 시리우스, 작은개자리의 프로키온이 대삼각형을 이룬다.







봄철의 실제 밤하늘



여름철의 실제 밤하늘



겨울철의 실제 밤하늘


가을철의 실제 밤하늘

자기 주도 학습

개념 확인하기

북쪽 하늘을 보았을 때 북두칠성의 위치는 계절에 따라 어떻게 변할까?

과학과 기술, 사회 연관 짓기

새로운 별자리가 만들어져 추가될 수 있었던 까닭은 무엇인지 조사해 보자.

체험 활동

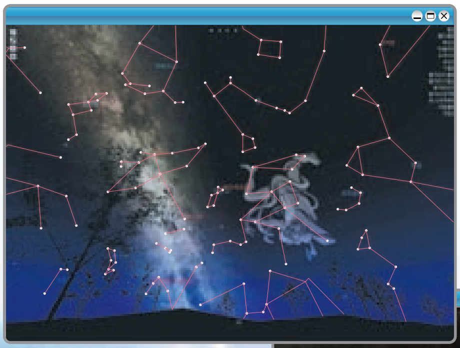
인터넷을 이용하여 별자리판을 만나 보자.

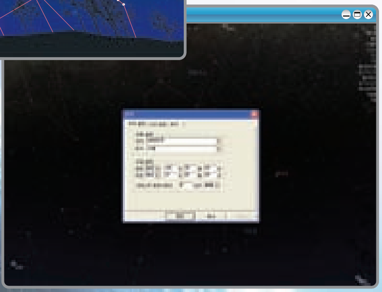
천문노트 별자리판(http://astronote.org/Planisphere)은 별도의 설치 없이 인터넷으로 바로 별자리를 공부할 수 있다는 장점이 있다. 날짜와 시각만 입력하면 그 날 밤에 뜨는 별자리를 볼 수 있으며, 별자리판 그림 파일을 내려받으면 간단히 별자리판을 만들어 볼 수도 있다.

천문노트(http://www.astronote.org)는 교육과학기술부에 등록된 비영리 민간 단체로서, 천문과 관련된 여러 정보와 자료들을 제공하고, 매년 겨울에 정기적으로 열리는 관측회를 개최하고 있다. 그리고 천문노트에서 제작한 순수 국산 천문 프로그램인 Astroview*를 이용하면 실제 밤하늘을 관측할 때와 매우 유사한 환경에서 별자리를 공부할 수 있다.



ⓐ 천문노트 별자리판







ⓒ Astroview*로 본 하늘의 모습



1-2 별의 특징

학습 목표

- 별의 거리를 측정하는 방법을 설명할 수 있다.
- 별의 밝기와 등급을 이해하고, 겉보기 등급과 절대 등급의 개념을 비교하여 설명할 수 있다.
- 표면 온도에 따라 별의 색깔이 다름을 말할 수 있다.

어린 시절에 은하 열차를 타고 이동하는 텔레비전 만화 영화를 보면서 우주여행을 꿈꾸어 본 적이 있을 것이다. 태양계 밖의 다른 별에 가 보면 어떤 광경이 펼쳐질까?

우리는 밤하늘의 별들이 서로 다른 거리에서 다양한 밝기와 색깔을 띠면서 빛나는 모습을 볼 수 있다. 별까지의 거리를 구하는 방법은 없을까? 별의 밝기와 색깔이 다른 이유는 무엇일까?

별의 거리와 연주 시차

별들은 모두 같은 거리에 있는 것처럼 보이지만, 지구로부터 별까지의 실제 거리는 제각기 다르다. 또 별까지의 거리는 굉장히 멀기 때문에 우리 눈에는 작은 점으로밖에 보이지 않는다. 그렇다면 별까지의 거리는 어떻게 알 수 있을까?

그림과 같이 두 눈 사이에 책의 모서리를 대고 왼쪽 눈과 오른쪽 눈으로 번갈아 보면 책의 보이는 면이 달라지는데, 이와 같은 원리를 이용하면 지구로부터 가까운 별까지의 거리를 구할 수 있다.

스스로 해결하기
오른쪽 시차 실험에서 눈과 책 사이의 거리가 멀어지면 책의 보이는 면은 어떻게 달라지는가?

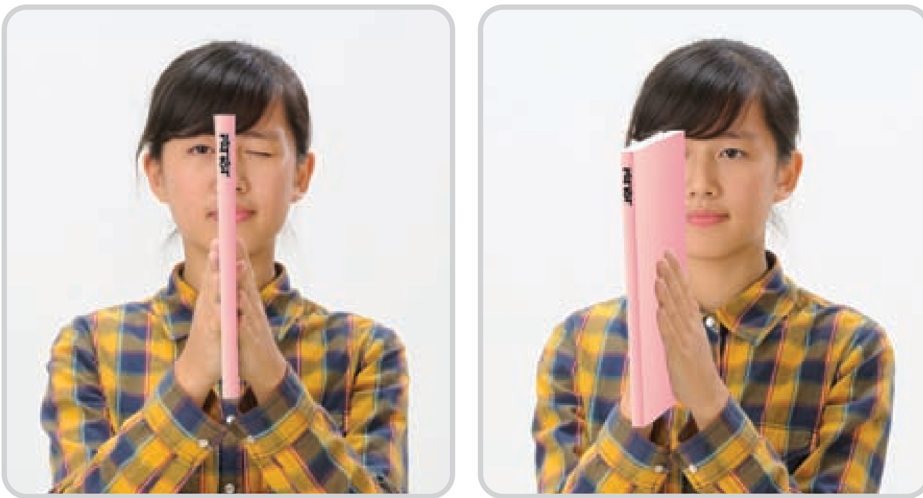


그림 Ⅶ-5 시차 실험_ 한쪽 눈을 감고 얼굴 앞의 책을 보자. 오른쪽 눈으로 볼 때와 왼쪽 눈으로 볼 때, 책의 보이는 면이 다르다. 이런 차이는 책이 얼굴에 가까울수록 커진다.

탐구 활동 시차와 거리의 관계 측정

목·표

시차의 의미를 알고, 시차와 거리의 관계를 설명할 수 있다.

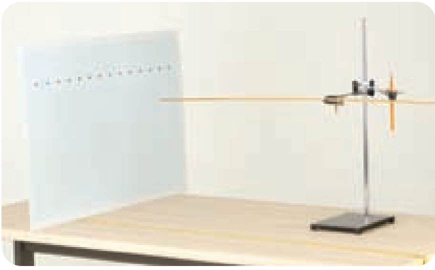
준·비·물

8절 모눈종이, 1 m 막대자, 사인펜, 각도기, 스탠드, 별 모양 스티커, 연필, 실

유·의·점

자에 눈이 찔리지 않도록 조심한다.

과정



❶ 사진과 같이 관측자와 모눈종이 사이를 120 cm로 하고 스탠드, 별 모양 스티커를 붙인 모눈종이, 연필, 자를 각각 설치한다.

❷ 연필을 20 cm 거리에 오게 하고, 막대자의 끝에서 왼쪽 눈과 오른쪽 눈으로 번갈아 보면서 연필 끝이 보이는 위치를 모눈종이에 표시한다.





❸ 연필 끝과 모눈종이에 표시된 두 부분을 실로 연결하여 그 사이의 각도인 시차를 측정한다.

❹ 눈과 연필 사이의 거리를 40 cm, 60 cm로 하여 ❷, ❸의 과정을 반복한다.

결과

눈과 연필 사이의 거리(cm)	시차(°)
20	
40	
60	

해석

눈과 연필 사이의 거리와 시차는 어떤 관계가 있는가?

왼쪽 눈과 오른쪽 눈으로 번갈아 보았을 때, 연필 끝이 보이는 방향의 차이에 따라 생기는 각도를 **시차**라고 한다. 이때 시차의 크기는 눈과 연필 사이의 거리에 반비례한다. 이러한 현상은 공전하는 지구에서 별을 볼 때에도 똑같이 나타나므로 별까지의 거리를 측정하는 데 이용할 수 있다.

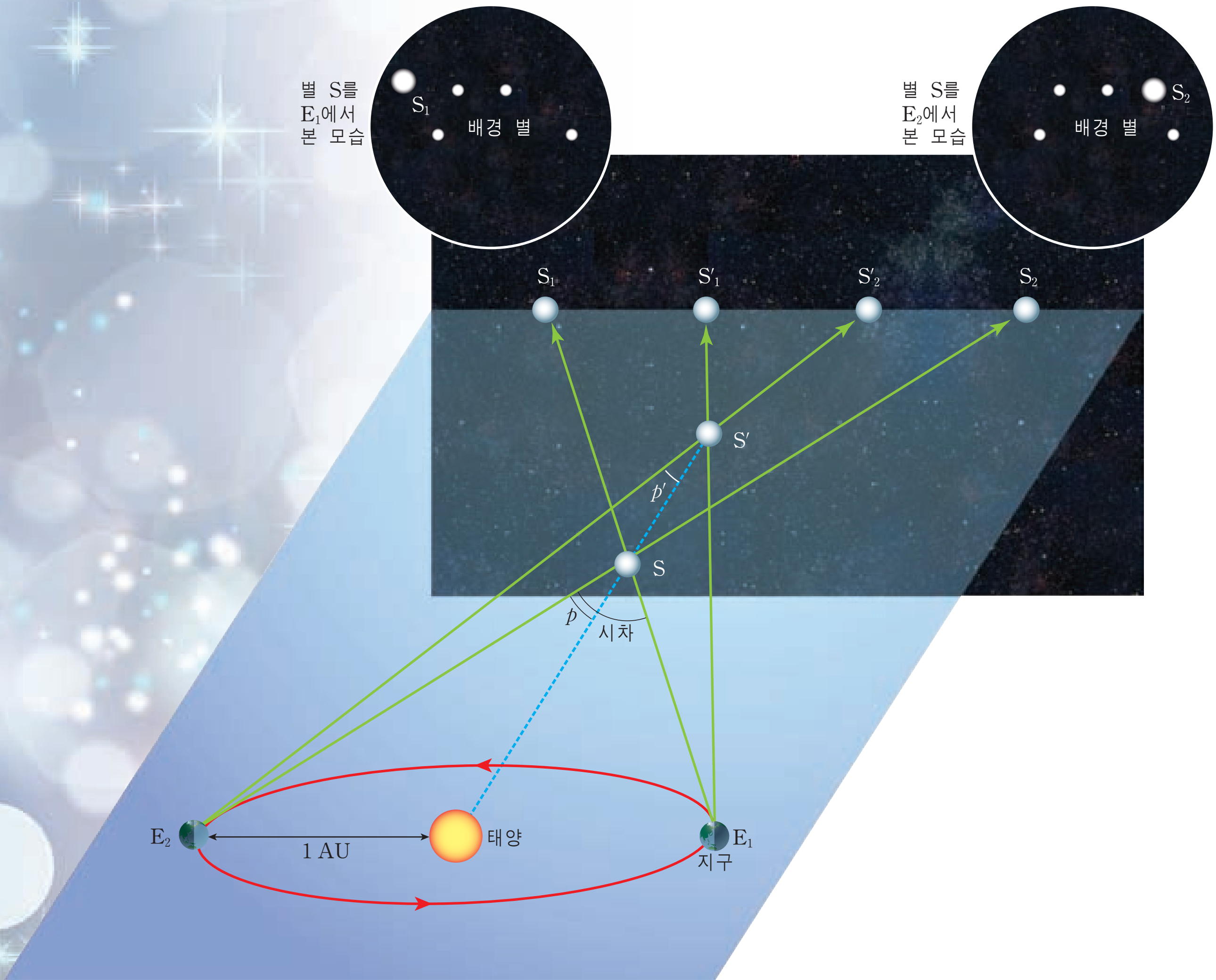


그림 Ⅶ-6 연주 시차



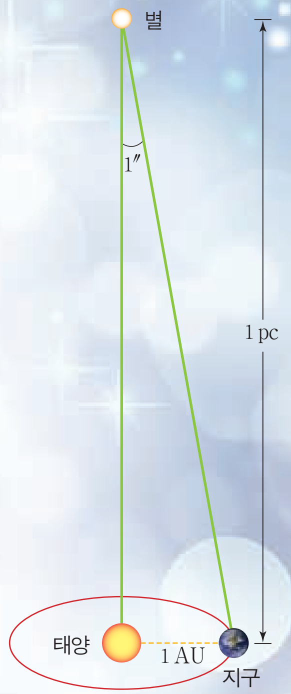
지구는 태양의 둘레를 돌고 있으므로 위의 그림과 같이 별의 시차가 나타난다. 별 S는 지구가 E_1에 있을 때에는 S_1에서 보이고, 지구가 반 바퀴를 돌아 E_2에 있을 때에는 S_2에서 보인다. 이때 $\angle E_1SE_2$의 $\frac{1}{2}$인 p를 별 S의 **연주 시차**라고 한다.

이와 같은 방법으로 별 S′의 연주 시차를 구하면 $\angle E_1S'E_2$의 $\frac{1}{2}$인 p'이다. 멀리 있는 별 S′의 연주 시차가 가까이 있는 별 S보다 작은 것을 보면, 별까지의 거리가 멀어질수록 연주 시차가 작아진다는 것을 알 수 있다. 즉, 별의 연주 시차는 별까지의 거리에 반비례한다.

지구의 공전 궤도 반지름은 이미 알고 있으므로 별의 연주 시차를 측정하면 별까지의 거리를 구할 수 있다.

$$\text{별까지의 거리(pc)} = \frac{1}{\text{연주 시차}('')}$$

별의 연주 시차는 망원경을 이용해 6개월 간격으로 찍은 사진들을 비교하여 측정하는데, 매우 작은 값을 가지므로 초(″)의 단위로 관측된다. 연주 시차가 1″인 별까지의 거리를 **1파섹**(pc)이라고 정하였는데, 1파섹은 빛의 속도로 약 3.26년 동안 이동한 거리이다.



❷ 그림 Ⅶ-7 연주 시차가 1″인 별까지의 거리

초(″)
1°(도)=60′(분)=3,600″(초)

❸ 가까운 별의 연주 시차와 거리

별 이름	바너드	시리우스	프로키온	알타이르	베가
연주 시차(″)	0.54	0.37	0.29	0.20	0.12
거리(pc)	1.85	2.70	3.45	5.00	8.33

그런데 거리가 매우 먼 별은 연주 시차를 이용하여 거리를 구하면 오차가 너무 크기 때문에 그 값을 신뢰할 수 없다. 왜냐하면 멀리 떨어져 있는 별은 연주 시차의 값이 너무 작아 측정하기 어렵기 때문이다.

멀리 떨어져 있는 별의 거리는 별의 밝기를 이용하여 구한다. 별이 멀어질수록 밝기가 어두워지기 때문에 별의 거리와 밝기의 관계를 통하여 거리를 구할 수 있다.

과학 자료실 천문학에서 사용하는 거리 단위

태양을 제외하고 지구에서 가장 가까운 별까지의 거리는 약 40조 km이다. 이와 같이 별까지의 거리를 나타낼 때 일상생활에서 사용하는 단위를 그대로 쓰면 숫자가 지나치게 커지므로 불편하다. 그래서 천문학에서는 먼 거리를 나타내는 별도의 단위를 사용하고 있다.

예를 들어, 지구에서 태양까지의 거리인 약 1억 5천만 km를 1 AU (Astronomical Unit, 천문 단위)라고 약속하여 사용하고, 빛이 3×10^5 km/s의 속도로 1년 동안 나아가는 거리인 9.46×10^{12} km를 1광년(LY)으로 사용한다.

그러므로 연주 시차가 1″인 별까지의 거리인 1파섹(pc)을 환산해 보면 다음과 같다.

$$1\ \text{pc} \fallingdotseq 3.26\ \text{LY} \fallingdotseq 3 \times 10^{13}\ \text{km} \fallingdotseq 206{,}265\ \text{AU}$$

별의 밝기와 등급

밤하늘에는 우리에게 잘 알려진 여러 종류의 천체들이 있다. 그중에서 어느 것이 가장 밝게 보일까? 또 실제로 가장 밝은 천체는 무엇일까?

불빛이 적은 야외에서 밤하늘의 별들을 보면 금방 눈에 띄는 밝은 별도 있지만, 눈이 좋은 사람에게도 간신히 보이는 어두운 별도 있다. 이와 같이 별의 밝기가 서로 다른 이유는 무엇일까?

아래 그림과 같이 밝은 손전등과 어두운 밝기의 펜 라이트를 같은 거리에서 검은색 종이에 비추어 보면 손전등의 불빛이 더 밝게 보인다. 또 밝기가 같은 두 개의 펜 라이트를 서로 다른 거리에서 검은색 종이에 비추어 보면 가까운 거리에서 비춘 펜 라이트의 밝기가 더 밝게 보인다. 이 실험을 통하여 별의 밝기는 빛을 더 많이 방출할수록, 거리가 가까울수록 밝게 보인다는 사실을 알 수 있다.



그림 Ⅶ-8 별의 밝기와 거리 관계 실험





❶ 밝기가 서로 다른 손전등과 펜 라이트를 같은 거리에서 검은색 종이에 비추어 본다.



❷ 밝기가 같은 두 개의 펜 라이트를 서로 다른 거리에서 검은색 종이에 비추어 본다.

고대 그리스의 히파르코스는 맨눈으로 보이는 별 중에서 가장 밝은 별을 1등성, 가장 어두운 별을 6등성으로 정하고 별의 밝기를 비교하였다. 그 후 1850년 포그슨은 1등성이 6등성보다 약 100배 더 밝고, 등급 간 밝기의 차이는 일정하다는 사실을 밝혀내었다. 이를 통해 각 등급 사이에는 약 2.5배의 밝기 차이가 있음을 알게 되었다.

별의 등급 차이와 밝기 비의 관계

등급 차이	밝기 차(배)
1	2.5
2	약 6.3
3	약 16
4	약 40
5	약 100

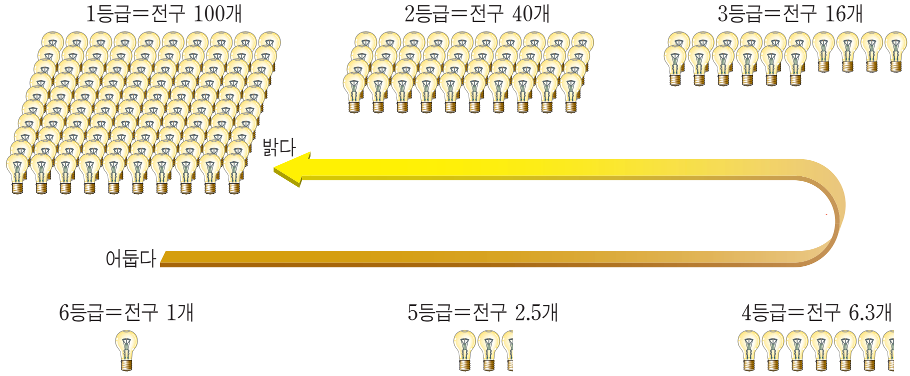


그림 Ⅶ-9 별의 등급과 밝기의 차이

별의 등급

오늘날에는 관측 도구와 기술이 발달하여 맨눈으로 볼 수 없는 어두운 별들도 볼 수 있게 되었다. 그래서 별의 밝기가 약 2.5배씩 증가 또는 감소함에 따라 별의 등급은 1 등급씩 감소 또는 증가한다. 밝기가 각 등급의 사이에 해당하는 천체에 대해서는 소수를 써서 나타낸다.

현재는 별의 밝기가 증가 또는 감소함에 따라 별의 등급을 세분하여 나타내고 있다. 이와 같이 우리 눈에 보이는 밝기에 따라 정한 별의 등급을 **겉보기 등급**이라고 한다. 밤하늘에서 가장 밝게 보이는 별인 시리우스의 겉보기 등급은 −1.5등급이고, 북극성은 2.1등급이다. 또 태양은 −26.8등급, 보름달은 −12.5등급이다.

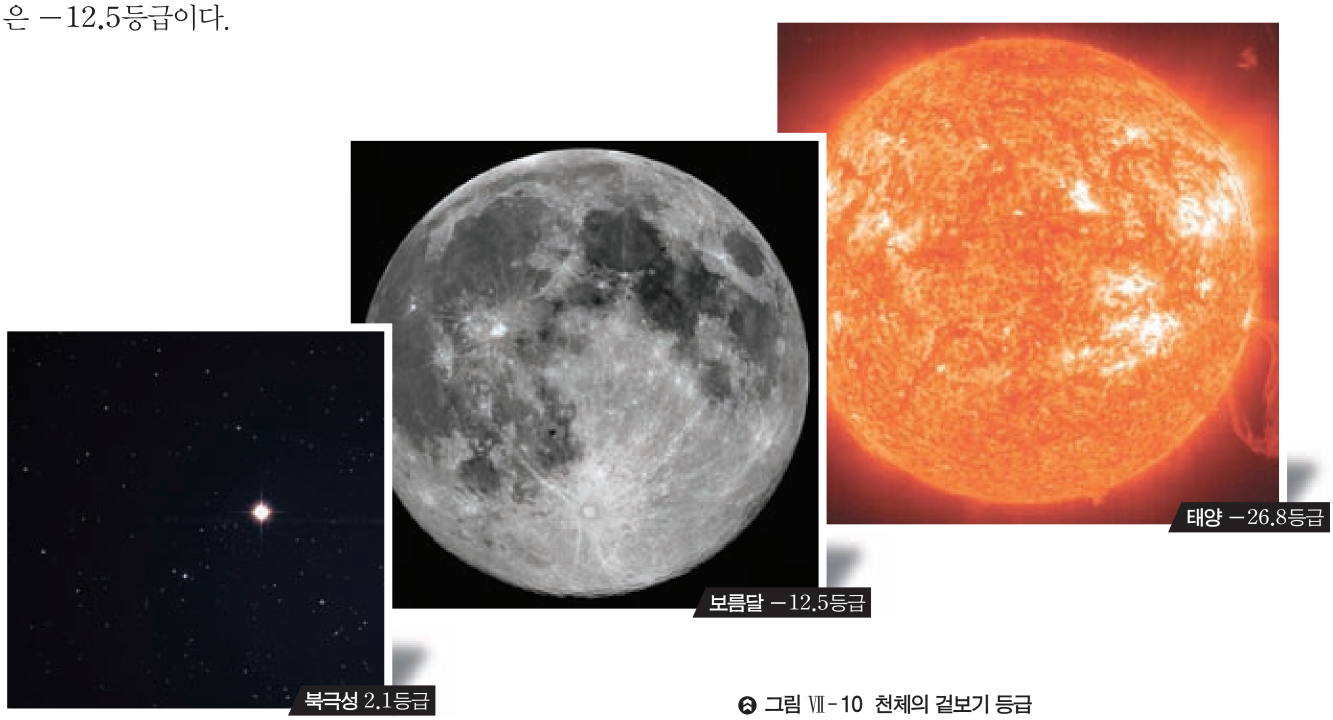


그림 Ⅶ-10 천체의 겉보기 등급

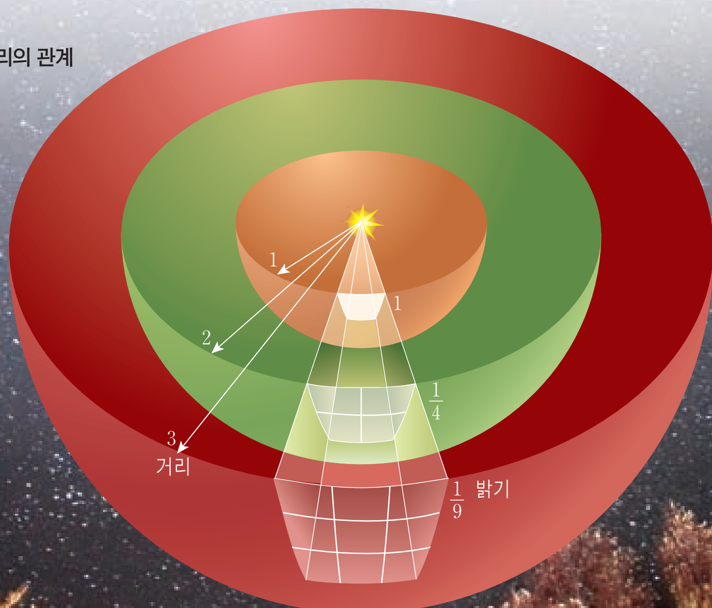


밤에 도로나 다리의 가로등 불빛을 보면 멀리 있는 가로등일수록 어둡게 보인다. 이것은 가로등에서 방출하는 빛의 양은 거의 같으나 거리가 멀어질수록 우리 눈에 도달하는 빛의 양이 줄어들기 때문이다. 이와 마찬가지로 밤하늘의 별들도 거리가 멀수록 어둡게 보인다.

별의 겉보기 등급은 눈에 보이는 밝기에 따라 정한 등급으로서, 별의 실제 밝기를 나타낸 것은 아니다. 만약 어느 별로부터의 거리가 2배, 3배, …로 멀어지면 별빛이 비치는 면적은 2^2배, 3^2배, …로 늘어난다. 그 결과 단위 면적당 도달하는 별빛의 양은 $\frac{1}{2^2}$배, $\frac{1}{3^2}$배, …로 줄어들어 관측되는 별의 밝기도 각각 $\frac{1}{4}$배, $\frac{1}{9}$배, …로 점점 희미해질 것이다. 즉, 밝기는 거리의 제곱에 반비례한다. 그러므로 같은 밝기의 빛을 내는 별도 거리가 가까우면 밝게 보이고, 거리가 멀면 어둡게 보인다.

밤하늘에는 지구와 가까이 있는 별도 있고, 멀리 있는 별도 있다. 따라서 우리가 눈으로 보는 별의 밝기는 실제 밝기가 아니라 별의 위치, 즉 거리의 영향을 받는 밝기이다.

그림 Ⅶ-11 별의 밝기와 거리의 관계



그러면 별의 실제 밝기는 어떻게 비교할 수 있을까? 별의 실제 밝기는 모든 별을 지구로부터 같은 거리에 놓았을 때의 밝기를 비교해야 한다. 별이 지구로부터 10파섹의 거리에 있다고 가정한 별의 밝기 등급을 **절대 등급**이라고 한다.

별의 겉보기 등급과 절대 등급을 알면 지구로부터 별까지의 거리를 알 수 있다. 만약 어떤 별의 겉보기 등급과 절대 등급이 같다면 지구에서 별까지의 거리는 10파섹이 된다. 또 겉보기 등급이 절대 등급보다 크다면 10파섹보다 멀리 있는 별이고, 겉보기 등급이 절대 등급보다 작다면 10파섹보다 가까이 있는 별이다.

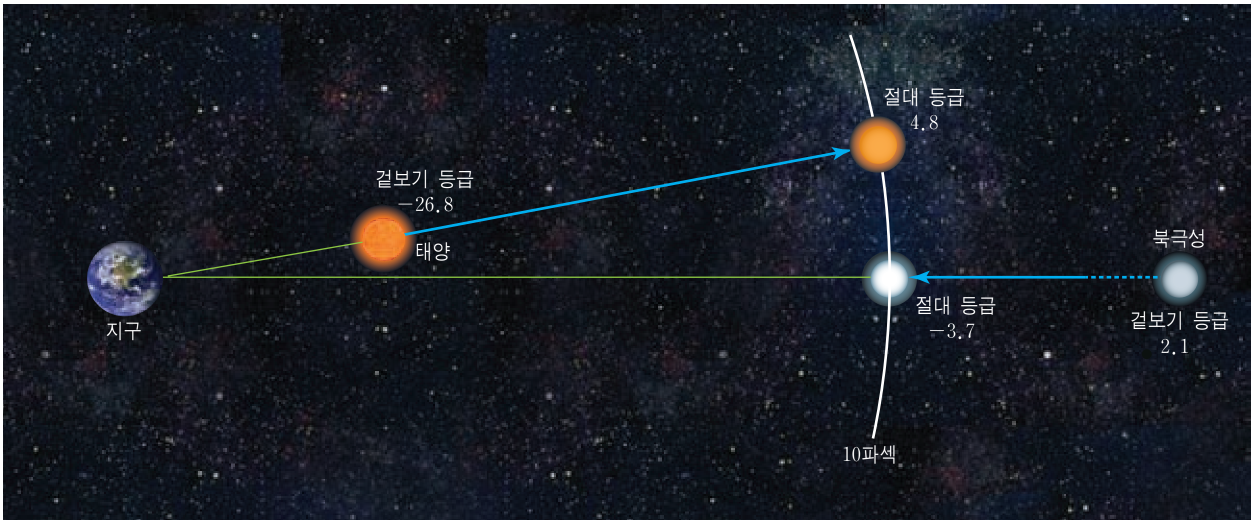


그림 Ⅶ-12 별의 등급과 거리_ 태양이 밝게 보이는 이유는 지구로부터 매우 가까운 거리에 있기 때문이다. 태양의 겉보기 등급은 −26.8등급이지만, 절대 등급은 4.8등급에 불과하다. 따라서 태양과 북극성이 같은 거리에 있다면 태양은 북극성보다도 훨씬 어둡게 보일 것이다.

다음은 대표적인 별의 겉보기 등급과 절대 등급을 나타낸 것이다. 겉보기 등급이 절대 등급보다 큰 별인 리겔과 아크투루스는 10파섹보다 먼 거리에 있는 별이고, 겉보기 등급이 절대 등급보다 작은 별인 시리우스와 알타이르는 10파섹보다 가까운 거리에 있는 별이다.

표 Ⅶ-1 별의 겉보기 등급과 절대 등급에 따른 거리 비교

별	겉보기 등급	절대 등급	겉보기 등급 − 절대 등급
시리우스	−1.5	1.4	−2.9
알타이르(견우성)	0.8	2.2	−1.4
리겔	0.1	−6.8	6.9
아크투루스	0.0	−0.3	0.3

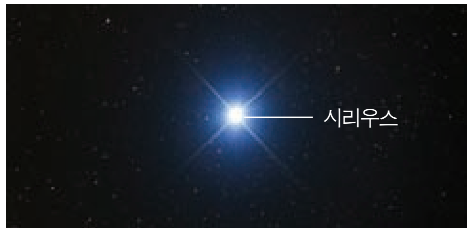
별의 색과 표면 온도

밤하늘에 떠 있는 별을 보면 밝기뿐만 아니라 색깔도 서로 다른 것을 알 수 있다. 예를 들어, 겨울철의 대표적인 별자리인 오리온자리에서 볼 수 있는 베텔게우스와 리겔은 각각 붉은색과 파란색을 띤다. 이와 같이 별들의 색깔이 서로 다른 이유는 무엇일까?



❷ 그림 Ⅶ-13 오리온자리를 이루는 별들의 색깔





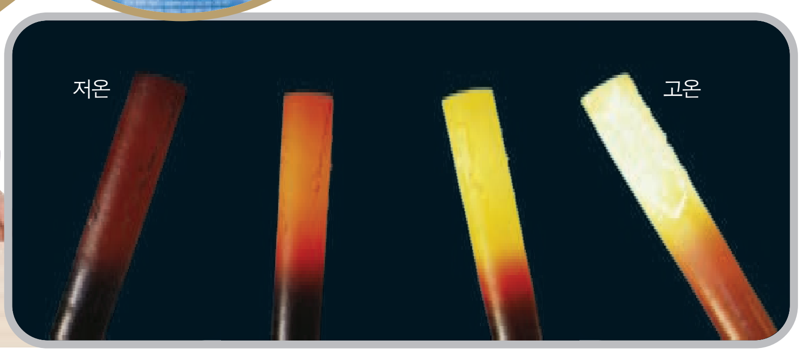
❸ 그림 Ⅶ-14 안타레스와 시리우스의 색깔

아래 그림과 같이 쇠못을 토치 불꽃에 가열하면 쇠못의 색깔이 온도에 따라 달라지는 현상을 볼 수 있다. 쇠못의 온도가 높아지면 처음에는 붉은색을 내다가 온도가 높아짐에 따라 노란색으로 변한다.



❹ 그림 Ⅶ-15 쇠못의 온도에 따른 색깔 변화 실험

❺ 그림 Ⅶ-16 달구어진 쇠막대



이와 같이 물체는 온도에 따라서 띠는 색깔이 달라진다. 마찬가지로 별의 색깔도 별의 표면 온도에 따라 다르게 나타난다. 별은 표면 온도가 높을수록 파란색을 띠고, 표면 온도가 낮을수록 붉은색을 띤다.

별빛을 분광기에 통과시켜 스펙트럼을 관찰해 보면 별의 색깔에 따라 나타나는 스펙트럼의 모습이 다름을 알 수 있다. 표면 온도가 높은 별은 파랗게 보이므로 파란색 영역의 스펙트럼이 강해지고, 표면 온도가 낮은 별은 붉게 보이므로 붉은색 영역의 스펙트럼이 강하게 나타난다.

이러한 별의 스펙트럼형은 크게 O, B, A, F, G, K, M형으로 분류할 수 있다. O형 쪽으로 갈수록 표면 온도가 높고 파란색을 띠며, M형 쪽으로 갈수록 표면 온도가 낮고 붉은색을 띤다.



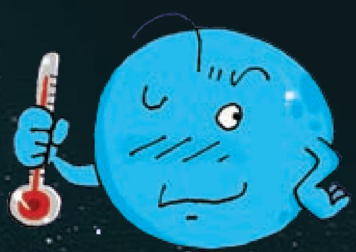


그림 Ⅶ-17 별의 색깔에 따른 표면 온도와 스펙트럼형

자기 주도 학습

개념 확인하기

별은 표면 온도가 높을수록 무슨 색을 띠는가?

문제 응용하기

여름철 전갈자리의 안타레스와 겨울철 큰개자리의 시리우스는 그 계절의 밝은 별인데, 안타레스는 붉은색을, 시리우스는 흰색을 띤다. 그 이유는 무엇인가?

2

중단원 미리 보기

은하와 우주



우리은하

우리은하는 2천억 개 이상의 별들이 모여 거대한 은하를 이루는 것으로 나타났다. 우리은하를 이루는 별들은 어떤 모습으로 모여 있을까?



우리은하 내에서 새로운 별이 태어나는 모습



밤하늘에 보이는 은하는 별과 성운, 성단, 성간 물질 등으로 이루어져 있다. 성간 물질이 모여 있는 성운은 구름처럼 보이고, 수많은 별들이 모여 있는 성단은 별들의 아파트라고 할 수 있다. 우리가 살고 있는 태양계 역시 수많은 은하들 중의 하나인 우리은하의 일원이다. 이렇게 큰 우주는 어떻게 만들어졌을까?



외부 은하

우주에는 우리은하 외에도 수많은 은하가 존재하는데, 대부분의 은하들은 우리은하에서 점점 멀어지고 있다. 은하 사이의 거리는 왜 멀어질까?





우주 개발

우리나라에서도 우주 개발 강국을 목표로 다양한 활동을 진행하고 있다. 우주 개발을 위해서는 무엇이 필요할까?

2-1 우리은하



밤하늘을 바라보면 매우 많은 별들이 있다. 별은 모든 방향에서 똑같은 개수만큼 보이는 것이 아니라 어느 한쪽 방향에서는 더 많은 별이 보인다. 태양계 밖의 별들은 어떻게 분포하고 있을까?

학습 목표

- 우리은하의 모양과 크기를 설명할 수 있다.
- 우리은하의 구성 천체와 그 특징을 설명할 수 있다.

은하수
갈릴레이는 약 400년 전에 자신이 만든 망원경으로 은하수를 관측하고, 은하수가 수많은 별들의 집단임을 확인하였다.

맑은 날 깜깜한 곳에서 밤하늘을 바라보면 뿌옇게 빛나는 구름 같은 것이 하늘을 가로질러 있는 것을 볼 수 있다. 이를 **은하수**라고 하는데, 은하수를 망원경으로 관측하면 무수히 많은 별들의 집단임을 알 수 있다. 은하수를 지금보다 훨씬 더 먼 거리에서 바라보거나 다른 방향에서 본다면 어떤 모습으로 보일까?

우리은하의 모양과 크기

밤하늘에 보이는 별들은 하늘 전체에 흩어져 있는 것처럼 보이지만, 수천억 개의 별들이 모여 거대한 집단을 이루고 있는 경우가 많다. 이렇게 수많은 별들이 집단을 이루고 있는 것을 **은하**라고 하며, 그중에서 태양계가 속해 있는 은하를 **우리은하**라고 한다. 우리가 살고 있는 지구는 태양계에 포함되어 있으며, 태양계는 우리은하에 포함되어 있다.

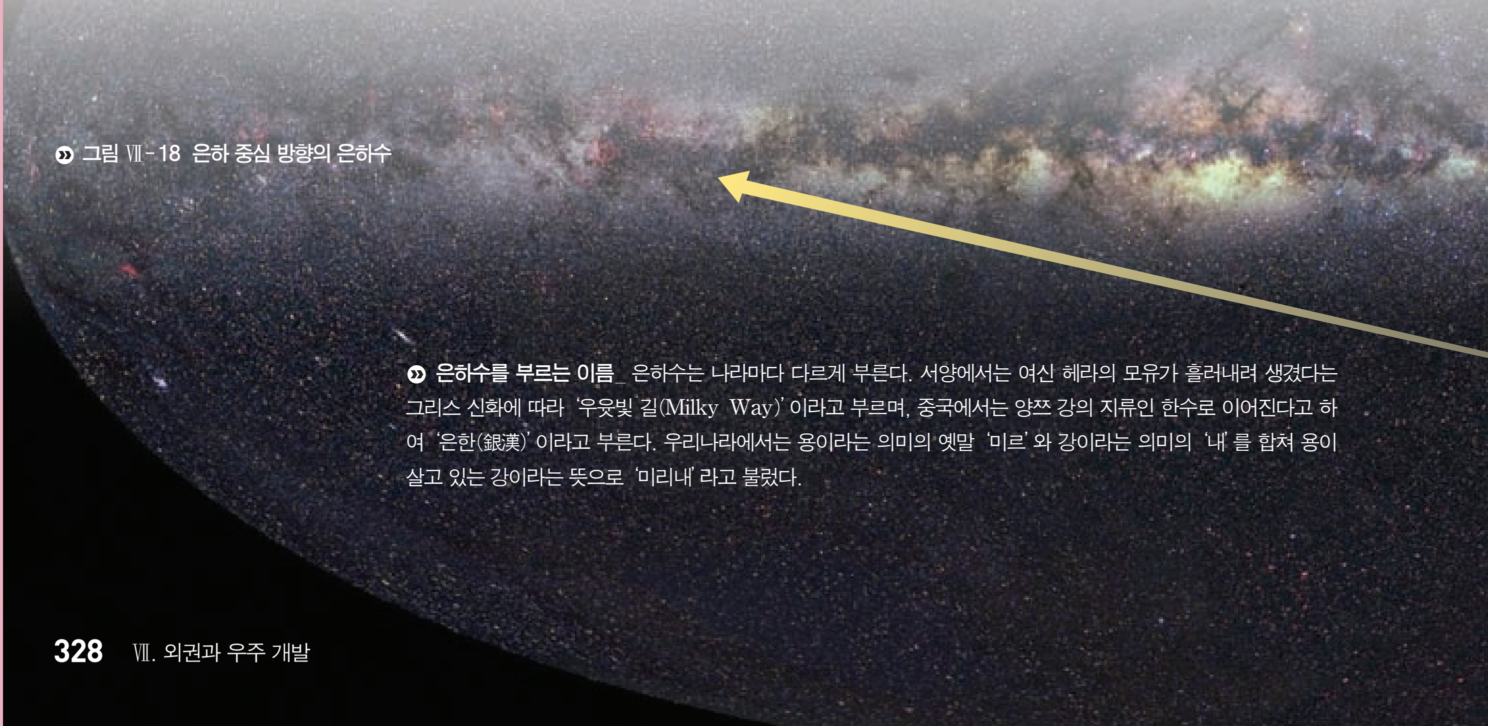


그림 Ⅶ-18 은하 중심 방향의 은하수

은하수를 부르는 이름_ 은하수는 나라마다 다르게 부른다. 서양에서는 여신 헤라의 모유가 흘러내려 생겼다는 그리스 신화에 따라 '우윳빛 길(Milky Way)'이라고 부르며, 중국에서는 양쯔 강의 지류인 한수로 이어진다고 하여 '은한(銀漢)'이라고 부른다. 우리나라에서는 용이라는 의미의 옛말 '미르'와 강이라는 의미의 '내'를 합쳐 용이 살고 있는 강이라는 뜻으로 '미리내'라고 불렀다.

은하수는 우리은하의 일부를 지구에서 바라본 모습이다. 은하수를 보면 폭이 넓은 곳도 있고 좁은 곳도 있으며, 갈라진 곳도 있다. 왜냐하면 보는 방향마다 별의 수와 성간 물질의 양이 다르기 때문이다. 특히 여름철에 궁수자리 부근에서 폭이 넓고 밝게 보인다.

그러면 우리은하는 어떤 모양을 하고 있으며, 크기는 얼마나 될까?

우리은하를 위에서 보면 나선형으로 감겨 들어온 물질들이 중심부에 있는 막대 모양의 구조에 연결되어 있다. 여기서 나선형으로 감겨 들어온 부분을 **나선팔**이라고 한다. 또 옆에서 보면 별들이 대체로 원반형으로 분포하고 있고 가운데가 볼록하게 부풀어 있다. 중심부에서부터 원반의 바깥을 공 모양으로 감싸는 영역을 **헤일로**라고 한다. 따라서 우리은하는 막대 구조와 나선팔을 가진 **막대 나선 은하**로 분류한다.

우리은하의 지름은 약 10만 광년이며, 태양계는 우리은하의 중심에서 약 3만 광년 떨어진 곳에 있다. 그러므로 우리는 하늘을 한 바퀴 휘감고 있는 띠 모양의 은하수를 볼 수 있는 것이다.

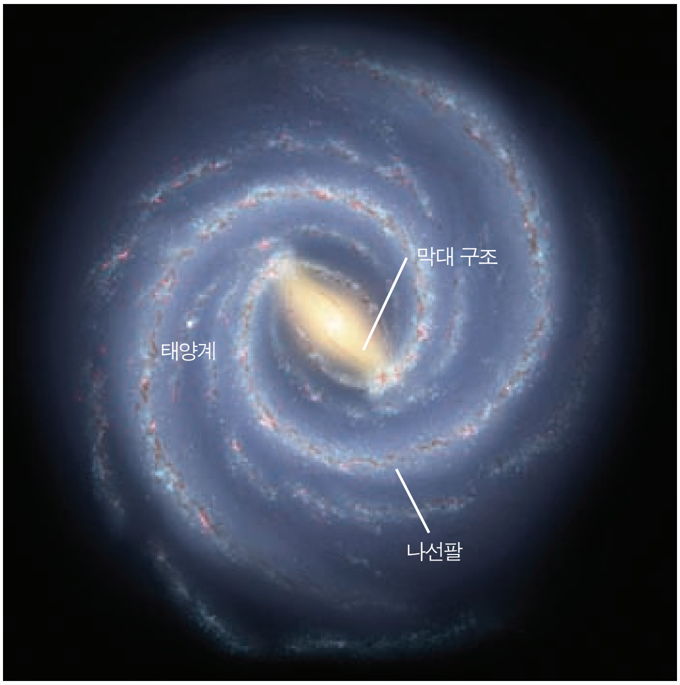


그림 Ⅶ-19 위에서 본 우리은하(막대 나선 은하)

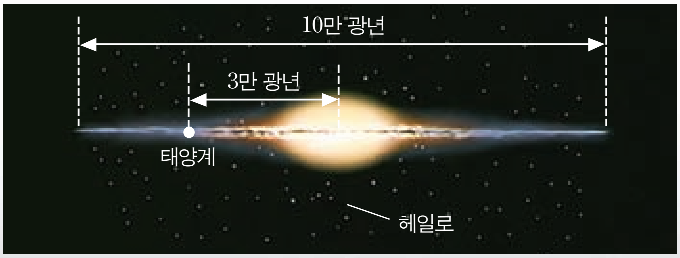
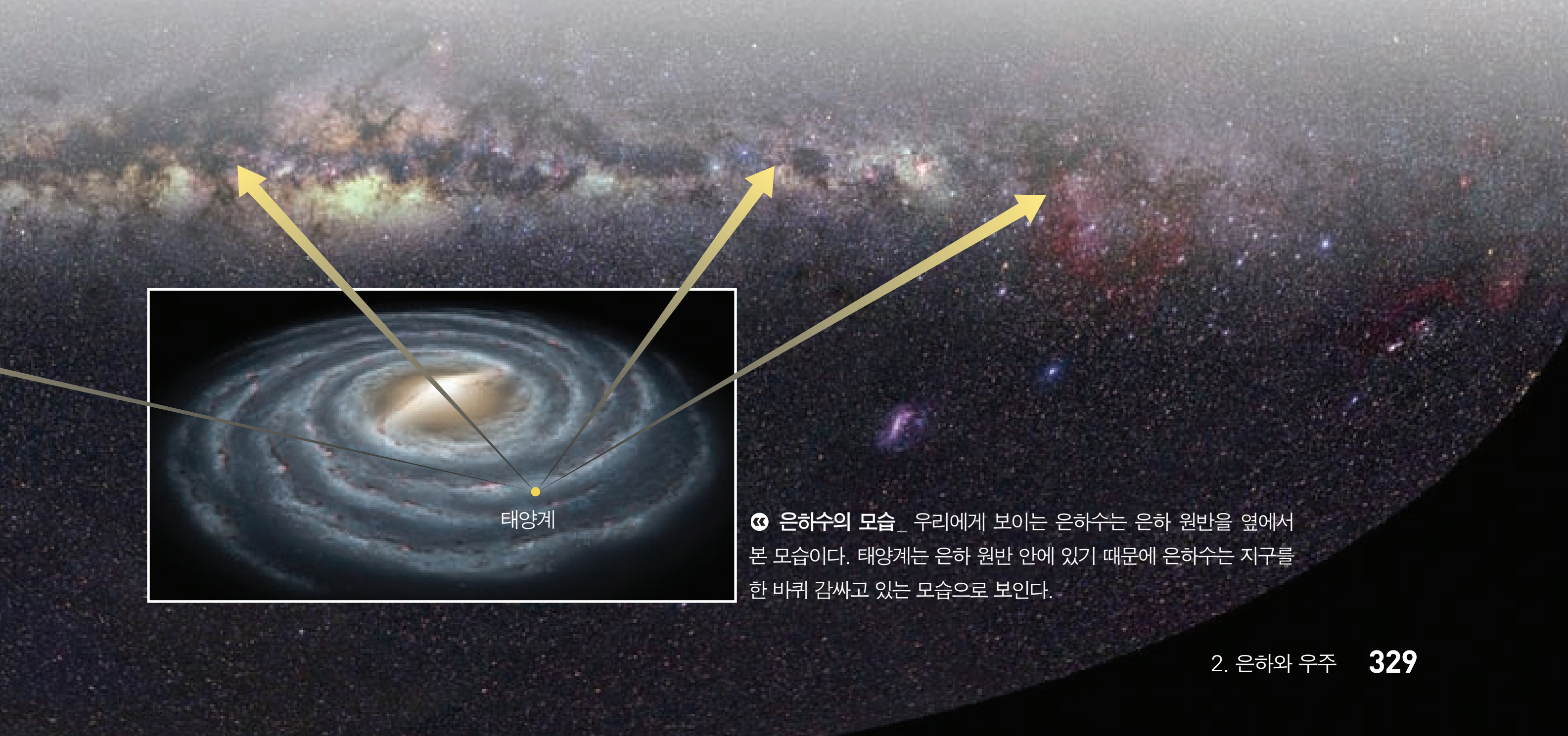


그림 Ⅶ-20 옆에서 본 우리은하(원반 모양)



은하수의 모습_ 우리에게 보이는 은하수는 은하 원반을 옆에서 본 모습이다. 태양계는 은하 원반 안에 있기 때문에 은하수는 지구를 한 바퀴 감싸고 있는 모습으로 보인다.

우리은하의 구성

우리은하를 이루고 있는 물질은 별과 성간 물질이다. 우리은하에는 태양과 같은 별이 2천억 개 이상 있으며, 별과 별 사이에는 많은 성간 물질이 있다.

별들은 대부분 따로 떨어져 있는 것처럼 보이지만 여러 개의 별들이 모여 있는 경우도 많다. 많은 수의 별들이 무리지어 있는 것을 **성단**이라고 한다. 성단에는 수만~수십만 개의 별들이 공 모양으로 빽빽하게 모여 있는 **구상 성단**과 수십~수만 개의 별들이 엉성하게 모여 있는 **산개 성단**이 있다.

구상 성단은 주로 우리은하의 중심부나 헤일로에 분포하고 있다. 구상 성단을 이루고 있는 별들은 대부분 붉은색을 띠며 나이가 많다. 산개 성단은 주로 우리은하의 나선팔이나 원반 영역에 분포하고 있으며, 대부분 파란색을 띠며 나이가 젊은 별들로 이루어져 있다.

성간 물질
별들 사이의 공간에는 가스나 작은 티끌들이 아주 희박하게 흩어져 있는데, 이를 성간 물질이라고 한다. 성간 물질은 주로 수소 가스로 되어 있지만 헬륨, 질소, 암모니아 등도 소량 포함되어 있다.

잠깐 체크 구상 성단과 산개 성단이 분포하는 위치와 각 성단을 구성하는 별들의 색깔 및 나이를 표로 정리하여 비교해 보자.

그림 Ⅶ-21 구상 성단과 산개 성단의 분포



한편, 성간 물질이 한곳에 모여 구름처럼 보이는 것을 **성운**이라고 한다. 성운에는 방출 성운, 암흑 성운, 반사 성운 등이 있다.

고온의 가스가 스스로 빛을 내는 **방출 성운**은 내부에 있는 고온의 별로부터 에너지를 받은 가스가 빛을 내는 것이다. 겨울철에 오리온자리를 보면 오리온의 허리 아래에 밝게 빛나는 몇 개의 별들이 구름 같은 것에 둘러싸여 있는 것을 볼 수 있다. 이 부분을 망원경으로 관측하면 방출 성운인 오리온 대성운을 볼 수 있다.

차가운 티끌로 이루어진 **암흑 성운**은 멀리서 오는 별빛을 차단하기 때문에 검게 보인다. 대표적인 암흑 성운으로는 말머리성운이 있다.

별 주위를 둘러싼 가스나 티끌이 주위의 별빛을 반사하여 밝게 빛나는 **반사 성운**은 플레이아데스 성단 부근의 메로페 성운이 대표적이다. 이 성운은 겨울철 황소자리 부근에서 쉽게 찾아볼 수 있다.

인터넷 과학 세상
검색 우주의 보석 '목걸이성운'

말머리성운의 위치
오리온자리의 허리 부분을 이루는 세 별 중 맨 아래에 있는 별 부근에서 암흑 성운인 말머리성운을 관측할 수 있다.

그림 Ⅶ-22 오리온자리 부근의 성운



자기 주도 학습

개념 확인하기

우리은하의 반지름은 얼마인가?

문제 응용하기

우리은하의 중심 방향을 어떻게 찾을 수 있을까?

2-2 외부 은하와 우주

학습 목표

- 외부 은하를 분류하는 기준과 종류를 설명할 수 있다.
- 적색 편이가 생기는 이유를 설명할 수 있다.
- 우주가 팽창하고 있음을 증거를 들어 설명할 수 있다.

거리가 먼 경우 밤하늘에서 하나의 별로 보이는 외부 은하는 실제로는 하나의 별이 아니라 수천억 개의 별들이 모여 있는 집단이다. 그렇다면 이들은 얼마나 멀리 떨어져 있기에 은하가 하나의 별처럼 보이는 것일까? 또 우주는 얼마나 넓은 것일까?

20세기 들어 과학 기술이 비약적으로 발전함에 따라 천체 관측 장비와 관측 기술도 발달하게 되었다. 특히 허블 우주 망원경은 우리은하 밖에 있는 천체들의 생생한 모습을 제공하였다. 그러면 우리은하 밖에 있는 은하들은 어떤 모습을 하고 있으며, 어떤 특징을 가지고 있을까?

외부 은하
20세기 이전에는 외부 은하를 성운이나 성단으로 생각하였으나, 외부 은하까지의 거리가 알려짐으로써 외부 은하가 우리은하 밖에 존재한다는 것이 밝혀졌다.

외부 은하

우리은하 밖에 있는 은하들을 **외부 은하**라고 한다. 현재 우리은하 바깥에는 천억 개의 외부 은하들이 있는 것으로 알려져 있다. 외부 은하들은 크기와 모양이 다양하며, 우리은하로부터의 거리도 각각 다르다.



그림 Ⅶ-23 대마젤란은하_ 우리은하에서 가까운 은하로서, 약 16만 광년 떨어진 거리에 있는 불규칙 은하이다.



그림 Ⅶ-24 안드로메다 은하_ 맨눈으로도 볼 수 있으며, 약 250만 광년 떨어진 거리에 있고, 지름이 약 20만 광년인 정상 나선 은하이다.

외부 은하들은 모양에 따라 타원 은하, 나선 은하, 불규칙 은하로 분류하며, 나선 은하는 다시 정상 나선 은하와 막대 나선 은하로 구분한다.

타원 은하는 공이나 타원 모양을 하고 있으며, 나선팔 구조가 보이지 않는 은하이다. 또한 별 사이에 성간 물질이 거의 없으며, 주로 나이가 많은 별들로 이루어져 있다.

나선 은하는 나선팔 구조를 가지고 있다. 이 나선팔에는 성간 물질이 풍부하여 새로운 별이 탄생하므로 젊은 별들이 많이 분포하고 있다. 반면에, 중심부에는 나이가 많은 별들이 분포하고 있다. 나선 은하는 중심부에 막대 모양의 구조가 있는 **막대 나선 은하**와 막대 구조가 없는 **정상 나선 은하**로 구분한다.

불규칙 은하는 모양이 일정하지 않은 은하로서, 별이 집중된 중심부가 보이지 않으며, 많은 가스와 젊은 별들이 섞여 있다.

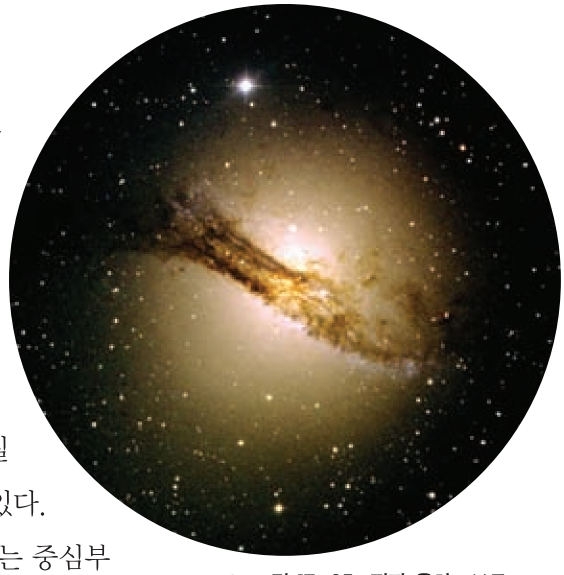
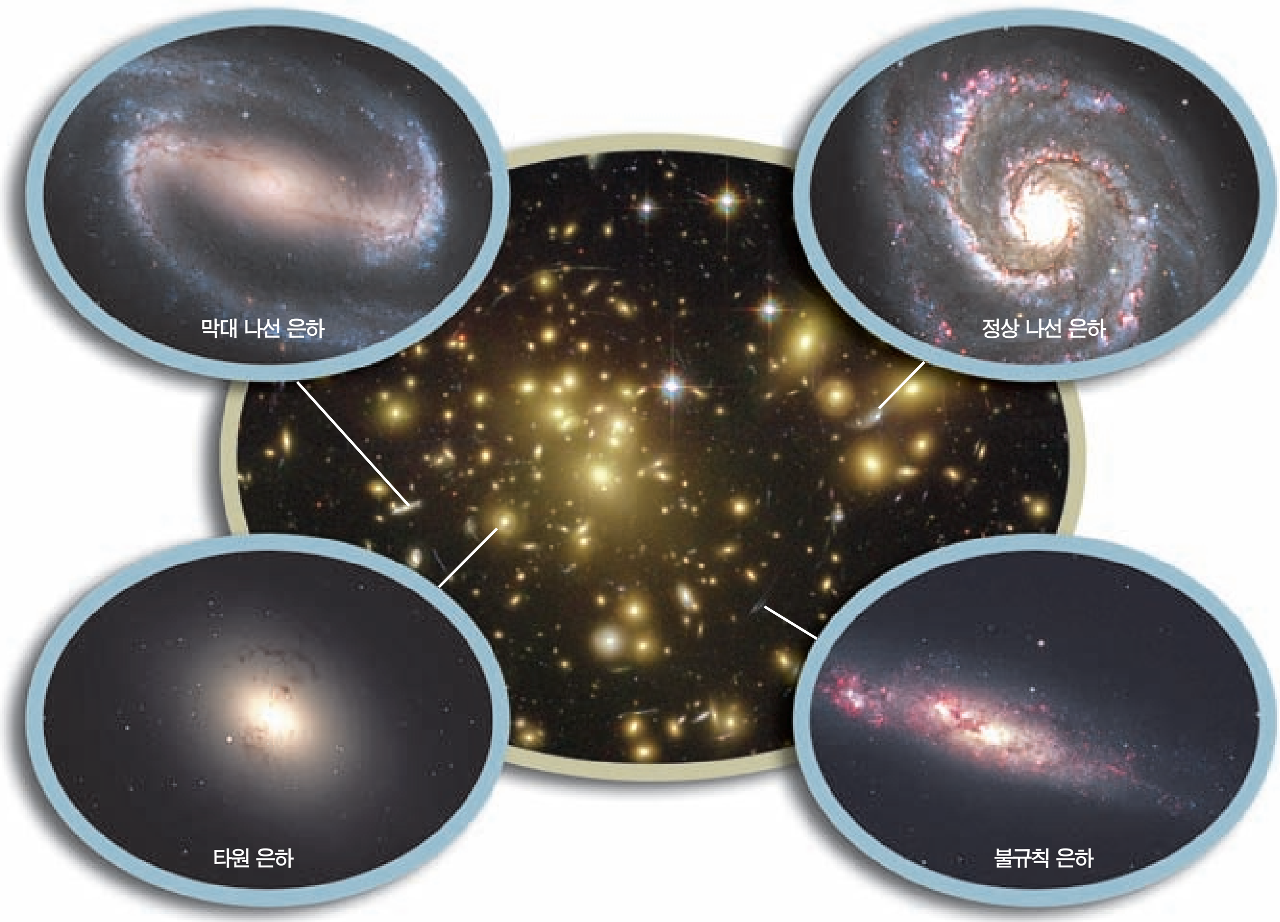


그림 Ⅶ-25 전파 은하_ 보통의 은하보다 수백에서 수백만 배 이상의 강한 전파를 방출하는 은하로서, 은하 내부에서의 강한 폭발이나 은하끼리의 충돌 때문에 전파를 방출하는 것으로 추정된다.

그림 Ⅶ-26 여러 가지 외부 은하



별들이 모여 성단을 이루고 있듯이 은하들도 모여서 집단을 이루고 있다. 은하들은 우주 공간에 고르게 분포되어 있지 않으며, 수십 개의 은하가 모여 **은하군**을 이루기도 하고, 더 많은 수의 은하들이 모여 **은하단**을 이루기도 한다. 우리은하도 가까운 거리에 있는 대마젤란은하, 안드로메다은하 등과 함께 **국부 은하군**을 이루고 있다. 은하군과 은하단들은 모여서 더 큰 **초은하단**을 형성하기도 한다.

초은하단보다 큰 외부 은하의 집단을 **거대 구조**라고 한다. 거대 구조에서는 은하 집단들이 마치 그물처럼 이어진 듯한 모습을 하고 있으며, 그물 구조 사이에는 비누 거품과 같이 은하들이 거의 없는 빈 공간이 존재한다.



그림 Ⅶ-27 국부 은하군

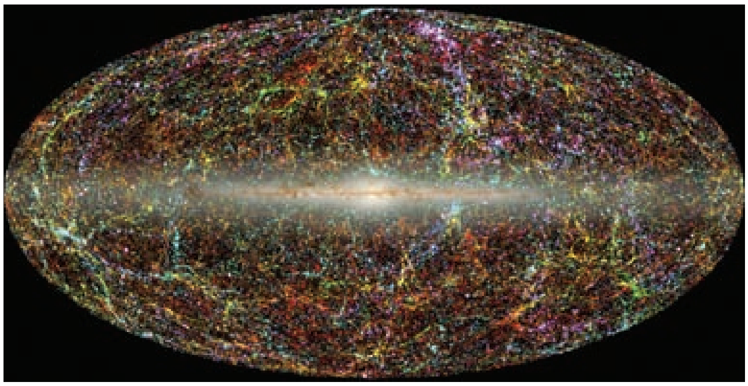


그림 Ⅶ-28 거대 구조

이미지 사이언스 은하의 중심에는 무엇이 있을까?



블랙홀 상상도

과학자들은 여러 가지 관측을 통해 많은 은하의 중심에 거대한 **블랙홀**이 존재한다고 믿고 있다.

블랙홀은 물질이 극단적인 수축을 일으켜 엄청난 중력을 가지게 된 천체로서, 질량이 매우 큰 별이 붕괴되면서 만들어진다. 그 속에서는 빛, 에너지, 물질, 입자의 어느 것도 탈출하지 못한다.

우리은하를 포함한 나선 은하의 중심부는 부풀어 오른 모양을 하고 있는데, 이곳을 팽대부라고 한다. 허블 우주 망원경의 관측에 의해 은하 팽대부의 질량이 클수록 은하 중심에 있는 블랙홀의 질량이 크다는 것이 밝혀졌다.

우리은하의 중심에도 거대한 블랙홀이 존재한다고 알려져 있다. 궁수자리 방향을 조사한 결과 강력한 전파를 내는 영역을 발견하였는데, 이곳이 거대한 질량을 가진 블랙홀이 있는 우리은하의 중심이라고 생각된다.

보충·심화

우주에서의 교통사고 - 은하 충돌

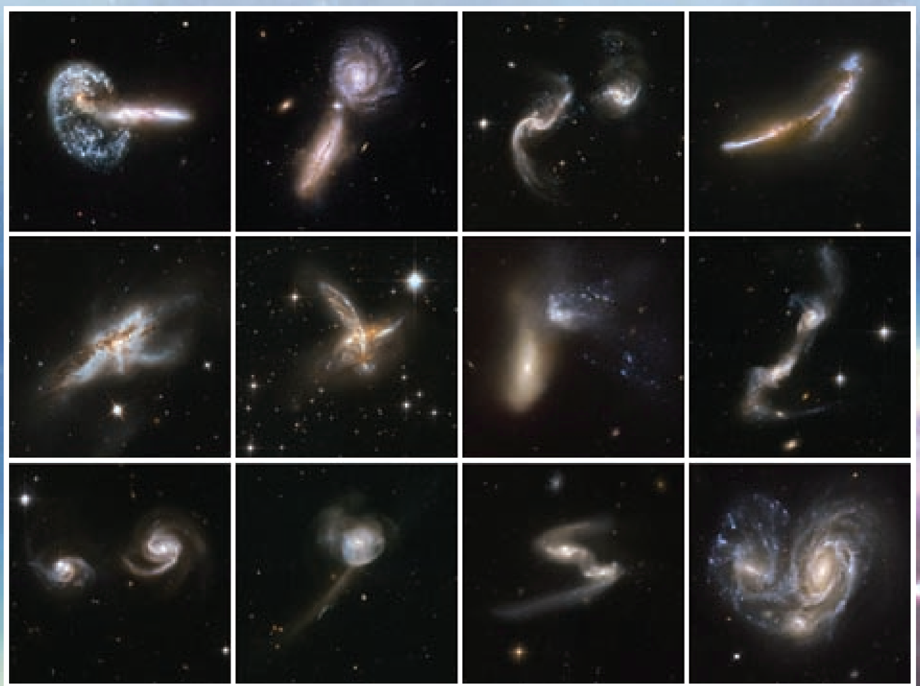
우주에서도 교통사고가 일어나는데, 바로 은하의 충돌이다.

불과 수십 년 전만 하더라도 과학자들은 각각의 은하는 하나의 고립된 섬처럼 고정되어 있다고 생각하였지만 현재는 그런 생각이 바뀌었다. 은하끼리 서로 합쳐지거나 하나의 은하가 다른 은하를 통과하기도 하는 등 은하의 충돌은 매우 흔한 현상이다. 간혹 중심부에 두 개 이상의 핵을 가지거나 서로 겹쳐져 있는 듯한 모습의 외부 은하들이 발견되기도 하는데, 이 역시 은하가 충돌해서 생긴 결과이다.

광활한 우주 공간에서 은하들이 충돌하면 어떤 일이 벌어질까?

은하끼리의 충돌은 우리가 상상하는 교통사고와는 다르다. 은하를 이루는 별의 크기에 비해 별과 별 사이의 거리가 매우 멀기 때문에 은하가 충돌하더라도 별과 별이 직접적으로 충돌하는 일은 거의 없다. 그러나 별 사이의 공간을 채우는 성운들은 부딪치거나 합쳐지는 것을 피할 수 없는데, 이때 많은 수의 새로운 별들이 한꺼번에 태어난다. 이렇게 충돌하는 은하는 그 모습이 일정하지 않아서 정체가 밝혀지기 전까지는 특이 은하라고 부르기도 하였다. 특히 거대한 타원 은하 중에는 은하의 충돌로 만들어진 것들이 많다.

현재 우리은하와 비교적 가까이에 있는 안드로메다 은하는 우리은하 쪽으로 시속 약 1백만 km의 속력으로 다가오고 있다. 그래서 과학자들은 언젠가 우리은하와 충돌할 것으로 보고 있다. 물론 정면으로 충돌할지 스쳐서 지나갈지는 아직 확실하지 않다. 약 40억 년은 지나야 일어날 수 있는 일이기 때문이다. 만약 두 은하가 정면으로 충돌한다면 거대한 타원 은하로 재탄생하게 될 것이다.



허블 우주 망원경으로 촬영한 충돌하는 은하들의 모습

팽창 우주

우리은하에서 관측한 외부 은하들은 대부분 우리은하로부터 멀어져 가고 있다. 외부 은하들이 우리은하로부터 멀어져 가는 것은 어떻게 알 수 있을까?

관측자에게 다가오는 구급차의 사이렌 소리는 구급차가 정지해 있을 때보다 높게 들리고, 멀어지는 구급차의 사이렌 소리는 구급차가 정지해 있을 때보다 낮게 들린다. 이러한 현상은 파동을 일으키는 물체가 정지해 있을 때보다 관측자에게 다가오거나 멀어질 때 파장이 짧아지거나 길어지기 때문인데, 이러한 현상을 **도플러 효과**라고 한다.

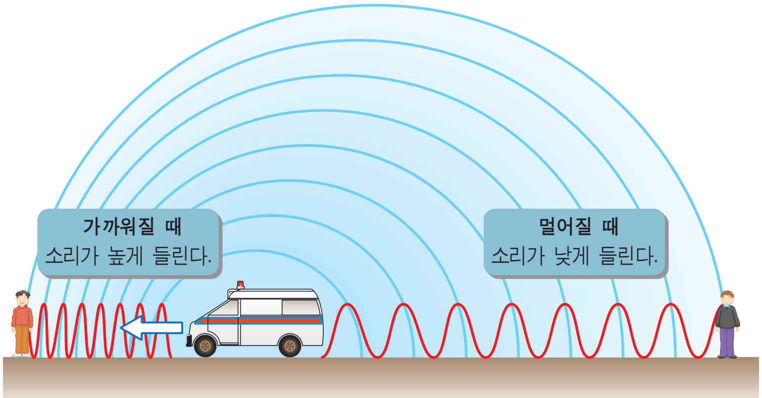


그림 Ⅶ-29 도플러 효과의 원리

흡수선
빛의 스펙트럼 중 특정한 파장의 빛이 보이지 않아 일부 검게 보이는 선

빛도 소리와 같이 파동의 성질을 가지고 있으므로 도플러 효과가 나타난다. 외부 은하에서 오는 빛을 분광기에 통과시키면 특정한 파장에서 흡수선이 나타난다. 이때 외부 은하가 우리에게 다가오면 흡수선의 위치가 정지해 있을 때보다 파란 빛 쪽으로 이동하는 **청색 편이**가 나타난다. 반대로, 외부 은하가 우리로부터 멀어지면 흡수선의 위치가 붉은 빛 쪽으로 이동하는 **적색 편이**가 나타난다.

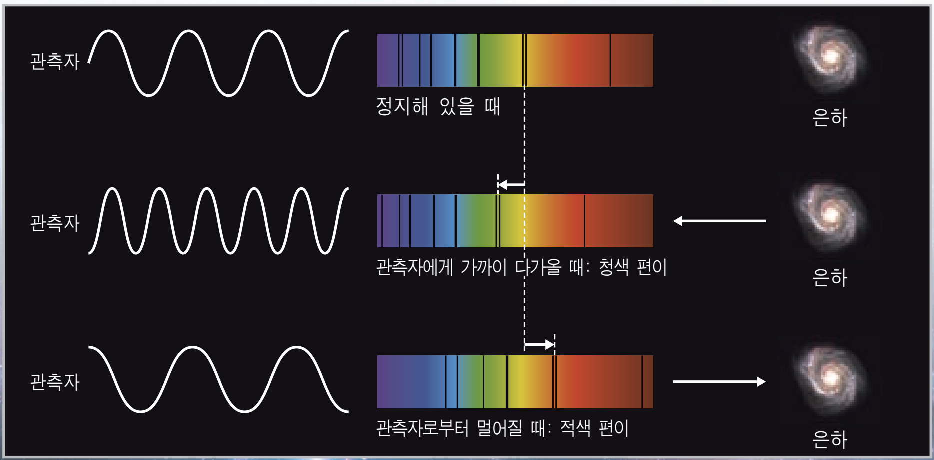


그림 Ⅶ-30 빛의 도플러 효과

실제로 외부 은하의 스펙트럼을 관측해 보면 대부분의 은하에서는 적색 편이가 나타난다. 그리고 외부 은하까지의 거리가 멀수록 흡수선의 이동은 더 크게 나타난다. 이것은 대부분의 은하들이 우리은하로부터 멀어져 가고 있으며, 멀리 있는 은하일수록 더 빠른 속도로 멀어져 간다는 것을 의미한다.

그렇다면 왜 외부 은하들은 우리은하로부터 멀어지고 있는 것일까?

고무풍선에 여러 개의 색종이를 붙인 후 풍선을 불면 풍선이 커짐에 따라 풍선 표면에서 색종이 사이의 거리는 점점 멀어진다. 그리고 어느 하나의 색종이에서 보면 멀리 있는 색종이일수록 더 빠르게 멀어진다.

이와 마찬가지로 은하들 사이의 거리가 점점 멀어지고 있는 것은 우주가 팽창하고 있기 때문이다. 팽창하는 우주에서는 어느 은하에서 보더라도 다른 은하들은 대부분 멀어져 가고, 멀리 있는 은하일수록 더 빨리 멀어져 간다.



Ⓐ 그림 Ⅶ-31 풍선을 이용한 팽창 우주 실험

Ⓑ 그림 Ⅶ-32 팽창하는 우주의 모습_ 외부 은하의 스펙트럼에 적색 편이가 나타나는 것을 통해 우주가 팽창한다는 것을 알 수 있다.

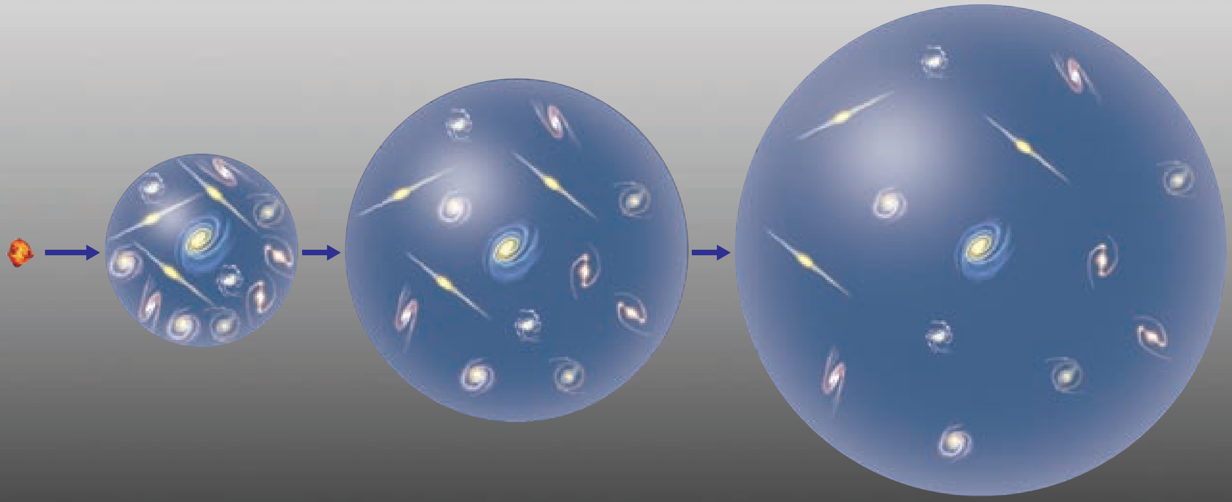




그림 Ⅶ-33 **빅뱅 우주론**_ 우주는 과거에 한 점에서 출발하여 현재와 같이 팽창하고 있다.

모든 은하에서 다른 은하들이 멀어져 간다는 사실은 팽창하는 우주에 특별한 중심이 없다는 것을 의미하기도 한다.

팽창하고 있는 우주에서 시간을 거꾸로 돌리면 우주는 점점 작아져 한 점으로 모이게 될 것이다. 따라서 우주는 과거에 한 점에서 출발하여 현재와 같이 팽창하고 있는 것으로 볼 수 있다. 이와 같이 우주가 한 점에서 대폭발로 탄생한 후 계속 팽창하여 현재의 우주가 만들어졌다고 하는 이론을 **빅뱅 우주론**이라고 한다. 빅뱅 우주론에 의하면 우주의 나이는 약 137억 년이라고 한다.

잠깐 체크 모든 은하에서 다른 은하들이 멀어져 간다는 사실로부터 알 수 있는 것은 무엇인가?

자기 주도 학습

개념 확인하기

외부 은하를 분류할 때 막대 나선 은하와 정상 나선 은하를 구분하는 기준은 무엇인가?

문제 응용하기

안드로메다 은하는 어느 계절의 별자리에 속해 있는가?

과학과 기술, 사회 연관 짓기

이동식 과속 단속 카메라는 어떤 원리로 자동차의 속도를 측정하는지 조사해 보자.

보충·심화

우리은하에 대한 생각의 변화

다음은 우리은하의 모습에 대한 과학자들의 견해를 시대별로 나타낸 것이다.



:: **네 명의 과학자들이 생각한 은하의 모습을 그려 보고, 각각을 비교하여 서술해 보자.**

갈릴레이

라이트

허셜

섀플리



2-3 우주 개발

인류의 역사는 미지의 세계에 대한 도전의 역사이기도 하다. 인류가 탄생한 이후 인간의 활동 공간은 점점 넓어져 왔다. 인간의 활동 공간이 지구를 벗어나 우주 공간까지 확장된 것도 벌써 오래전의 일이다. 과연 우리 인간은 어디까지 갈 수 있을까?

학습 목표

- 우주 개발의 목적과 우주 탐사의 역사를 말할 수 있다.
- 우주 개발과 관련된 직업 세계를 설명할 수 있다.
- 인공위성의 개발과 이용이 우리 생활에 미치는 영향을 설명할 수 있다.

인류가 지구에 나타난 이후 우주 공간은 언제나 동경의 대상이었다. 미지의 세계에 대한 인류의 호기심은 자연스럽게 인류를 우주 탐사의 길로 이끌었다. 1957년 최초의 인공위성인 스푸트니크 1호가 성공적으로 발사된 이후, 인류의 우주 개발 기술은 급속도로 발전하여 오늘날에는 우주 정거장을 건설하기에 이르렀다. 그러면 지금까지 인류의 우주 탐사는 어떻게 진행되어 왔으며, 그 과정에서 얻은 것들은 무엇인지 알아보자.

그림 Ⅶ-34 우주 탐사 및 개발



우주 개발의 목적

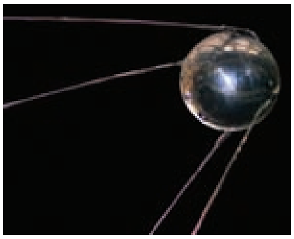
우주에 대한 인간의 호기심과 도전 정신에서 비롯된 우주 개발은 인공위성 개발 이후 점차 다양한 목적을 가지게 되었다.

미국과 러시아(구 소련)가 주도한 초기의 우주 개발은 과학적인 목적 이외에도 자국의 우주 과학 기술 수준을 국제적으로 선전하고자 하는 것과 국가 방위라는 목적을 함께 가지고 있었다.

그러나 오늘날 우주에 대한 탐사는 태양계와 우주에 대한 이해를 통해 우리가 살고 있는 행성인 지구를 더 깊이 이해할 수 있도록 해 주며, 우주 탐사 과정에서 얻은 첨단 기술은 우리의 생활수준을 향상시키는 데 기여하고 있다. 또한 오늘날의 우주 탐사 기술은 한 나라의 국력을 상징하기도 한다.

앞으로의 우주 개발은 우주 산업을 통한 경제적인 이익 창출과 지구에 부족한 자원의 획득이나 새로운 소재의 개발에 활용될 것이다.

스푸트니크 1호



1957년 발사된 스푸트니크 1호는 지름 58 cm, 무게 83.6 kg의 지구 관측용 위성이다. R−7 로켓에 실려서 발사된 스푸트니크는 지구 상공을 96분마다 한 바퀴씩 돌았다.

잠깐 체크 최초의 인공위성은 무엇인가?



그림 Ⅶ-35 일반인의 우주여행_ 인간의 생활 공간이 우주로 확대되고, 일반인들의 우주여행도 간편해질 것이다.

그림 Ⅶ-36 첨단 기술의 발전_ 우주 산업은 인공위성, 우주선 등 우주 비행체와 발사체, 지상 지원 장비를 포함하는 종합 기술 산업이다.

미국의 우주 개발
러시아의 스푸트니크 1호 성공에 자극받은 미국에서는 1958년 미국 항공 우주국(NASA)을 설립하고 우주 개발에 박차를 가하였다. 그 결과 1969년 러시아보다 먼저 유인 달 착륙에 성공하였다.

더 자세히

아폴로 계획
미국은 아폴로 계획으로 6차례에 걸쳐 인간을 달에 보냈으며, 이때 설치한 월진계를 이용하여 달의 내부 구조를 조사하였다. 또 레이저 광선 반사기를 설치하여 지구와 달 사이의 거리를 정확하게 측정할 수 있었다.



우주 탐사의 역사

우주 탐사 초기에는 미국과 러시아가 주도하였는데, 1960년대에는 달에 대한 탐사, 1970년대에는 태양계에 대한 탐사가 주를 이루었다. 1980년대에는 우주 왕복선과 우주 정거장을 이용한 우주 개발이 활발하였으며, 1990년대 후반부터는 행성 표면의 탐사에 탐사 로봇을 이용하기 시작하였다. 최근에는 우주 탐사가 더욱 다양한 영역에서 이루어지고 있다.

달에 대한 탐사 초기의 우주 탐사는 주로 달에 대한 탐사를 중심으로 이루어졌다. 1959년부터 1960년대 중반까지는 달 탐사선이 달의 궤도를 돌면서 탐사를 수행하거나 달의 표면 사진을 찍어 지구로 전송하였으며, 장시간의 유인 우주 비행이나 도킹과 같은 유인 달 착륙에 필요한 우주 탐사 기술이 개발되었다. 1969년 아폴로 11호의 달 착륙을 시작으로 1960년대 후반부터 1970년대 중반까지는 탐사선이 달 표면에 연착륙을 하는 시기였다. 미국에서는 수차례에 걸쳐 유인 달 탐사선을 보내 각종 관측 장비를 설치하고 표본을 채취하였으며, 러시아에서도 수차례에 걸쳐 무인 탐사선을 달 표면에 착륙시켜 표본을 채취하였다. 이와 같은 탐사를 통해 달의 내부 구조와 나이, 구성 암석 등을 알아내었다.



그림 Ⅶ-37 아폴로 11호의 달 착륙_ 최초로 달에 착륙한 닐 암스트롱은 달에 첫 발을 내딛으며 "한 인간에게는 작은 한 걸음이지만 인류에게는 위대한 도약"이라는 말을 남겼다.



그림 Ⅶ-38 달에서 가져온 월석_ 미국은 아폴로 계획으로 총 385 kg의 월석을 채취하여 지구로 가져왔다.

태양계 탐사 1970년대에는 우주 탐사가 태양계 행성 탐사 위주로 진행되었다. 달에 대한 탐사 과정에서 얻은 우주 탐사 기술은 행성 탐사의 기초가 되었다. 1960년대 중반부터 시작된 태양계 탐사는 처음에는 지구에서 가까운 금성과 화성에 대한 탐사가 중심이 되었다. 이 시기의 수성, 금성, 화성 탐사에는 베네라, 매리너, 바이킹 등의 탐사선이 이용되었다. 이 탐사선들은 금성이나 화성의 대기 성분을 조사하였고, 행성 표면의 근접 사진 촬영이나 자기장 관측을 수행하였다.

한편, 목성이나 토성, 천왕성, 해왕성의 탐사에는 파이오니아, 보이저 등의 탐사선을 이용하였다. 특히 보이저는 목성의 구름 형태와 목성의 위성인 이오의 화산 활동을 근접 촬영하였으며, 토성의 새로운 고리, 천왕성의 위성과 자기장, 해왕성의 고리와 위성 및 자기장을 알아내었다.

1980년대 이후의 태양계 행성에 대한 탐사는 파이오니아, 갈릴레오, 카시니-하위헌스 등의 탐사선에 의해 이루어졌으며, 1990년대 후반부터는 행성에 탐사선을 착륙시켜 탐사 로봇이 행성 표면을 탐사하기 시작하였다. 1997년에는 미국의 패스파인더호가 화성에 착륙하여 탐사 로봇 소저너를 내려놓았고, 2004년에는 쌍둥이 탐사 로봇인 스피릿과 오퍼튜니티가 각각 화성의 반대쪽에 착륙하여 탐사를 시작하였다.



그림 Ⅶ-39 베네라 13호가 찍은 금성의 표면_ 1982년 금성에 착륙한 베네라 13호는 가혹한 환경 속에서 2시간 7분 동안 작동하였으며, 컬러로 된 사진을 전송하였다.

1970년대의 태양계 탐사
1970년대에는 미국과 구 소련의 경쟁으로 무려 45개의 행성 탐사선이 발사되었으며, 장거리 행성 탐사를 위해 여러 행성의 인력을 이용하여 항로를 변경하는 기술이 개발되었다.

로봇 탐사
로봇 탐사의 시초는 달에서 활동한 월면차이다. 전자 공학과 통신 기술의 발달은 우주 개발 분야에도 많은 발전을 가져왔다.

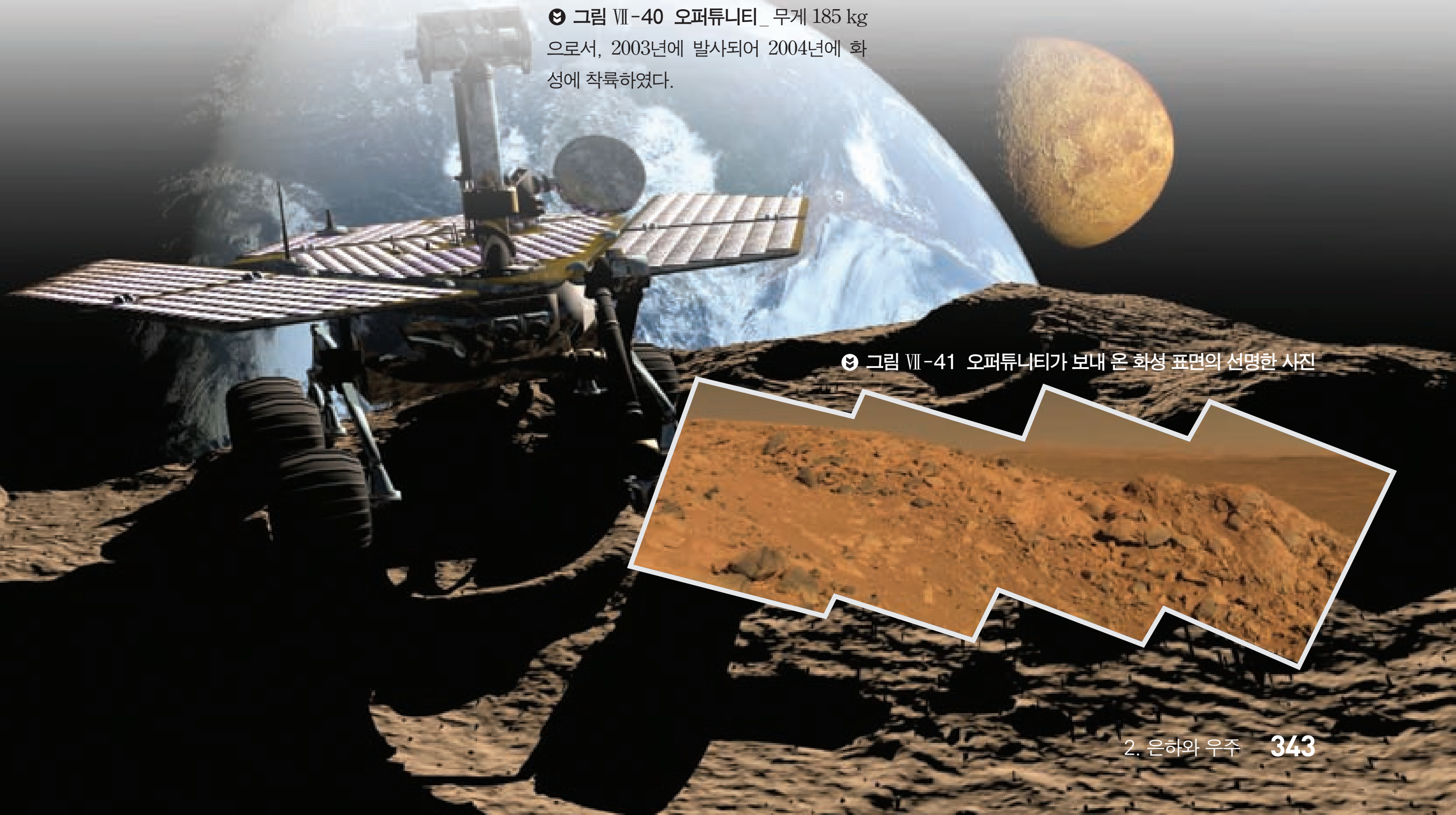


그림 Ⅶ-40 오퍼튜니티_ 무게 185 kg으로서, 2003년에 발사되어 2004년에 화성에 착륙하였다.

그림 Ⅶ-41 오퍼튜니티가 보내 온 화성 표면의 선명한 사진



국제 우주 정거장(ISS)
미국과 러시아를 비롯한 16개국이 참여하여 1998년부터 건설 중인 우주 정거장으로서, 현재도 계속 모듈을 추가하고 있다. 완성될 경우 총 무게 460 t, 길이 108 m, 폭 74 m에 이르게 된다.

우주 정거장과 우주 왕복선 1980년대에는 우주 왕복선과 우주 정거장이 만들어졌다. 우주 정거장은 1971년에 처음으로 발사되어 우주선과의 도킹이 성공적으로 이루어졌으나, 지구로 귀환하던 승무원들이 사망하면서 우주 정거장 개발은 한동안 중단되었다. 그 후 1986년에 발사된 러시아의 우주 정거장 미르는 2001년까지 우주에 머물면서 많은 연구를 수행하였다.

1981년에는 미국의 우주 왕복선 컬럼비아호가 성공적으로 발사되면서 우주 왕복선 시대를 열었다. 그러나 1986년에는 우주 왕복선 챌린저호가 발사 후 73초 만에 폭발하면서 승무원 전원이 사망하는 사고가 발생하였다. 이와 같은 우주 사고는 우주 개발에 많은 비용과 위험이 뒤따른다는 교훈을 주었다. 그 결과 우주 개발에서 국가 간의 협력이 활발하게 이루어지기 시작하였다. 1998년부터 시작된 국제 우주 정거장의 건설에는 미국, 러시아, 캐나다, 일본 등 세계 16개국이 공동으로 참여하고 있다.

더 자세히

우주 배경 복사
우주의 폭발 후 우주의 온도가 약 3,000 K이었을 때 방출되었던 복사가 우주의 팽창으로 식어서 현재와 같이 약 2.7 K의 복사로 관측되는 것을 우주 배경 복사라고 한다.

우주 망원경 1990년에 발사된 허블 우주 망원경은 지상 망원경으로는 얻을 수 없었던 선명한 영상을 제공하여 태양계 밖의 우주 탐사에 커다란 역할을 하였다. 1989년에 발사된 코비(COBE)와 2001년에 발사된 더블유맵(WMAP) 탐사선은 우주 배경 복사를 관측하여 우주의 기원을 밝히는 데 중요한 역할을 하였다. 우주 망원경은 1970년에 X선 망원경이 발사된 이후 지금까지 100여 종이 활동하고 있다. 이들은 가시광선을 비롯한 적외선, 자외선, X선 등 다양한 파장 영역에서 우주를 관측하고 있다.



그림 Ⅶ-42 허블 우주 망원경



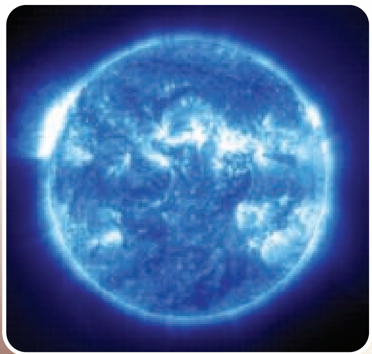
최근의 우주 탐사 최근에는 우주 탐사가 다양한 영역에서 이루어지고 있다. 1995년에 발사된 태양 탐사 위성 소호(SOHO)는 태양 주위를 공전하면서 태양과 관련된 여러 가지 관측을 수행하고 있다. 2005년에 발사된 혜성 탐사선 딥 임팩트는 템펠1 혜성에 충돌체를 충돌시켜 혜성의 구성 물질에 대한 정보를 성공적으로 획득하였으며, 2007년에 발사된 소행성 탐사선 도온(Dawn)은 베스타에 대한 탐사를 수행하고 있다. 이 탐사선은 2015년에는 또 다른 소행성 세레스로 이동하여 탐사를 계속할 예정이다. 2011년에 발사된 화성 탐사 로봇 큐리오시티는 2012년에 화성에 착륙한 후 생명체의 존재 여부를 파악하며, 암석 성분 및 기후에 대한 정보를 수집하고 있다.

한편, 태양계 밖의 우주 탐사에는 우주 망원경들을 활용하고 있다. 그동안 많은 우주 망원경이 지구 밖으로 발사되었는데, 이들은 우주에 대한 새로운 관측 정보를 알려주고 있다. 최근 케플러 우주 망원경은 외계에서 별 주위를 도는 행성들을 찾아내는 데 큰 역할을 하고 있다.

앞으로 우주 개발이 진행될수록 우주 정거장의 활용도는 점점 높아질 것이다. 미래의 우주 개발에 적합한 우주 정거장은 어떤 모습일까?

그림 Ⅶ-43 딥 임팩트호가 혜성에 접근하는 모습 상상도

그림 Ⅶ-44 소호 위성이 촬영한 태양 모습



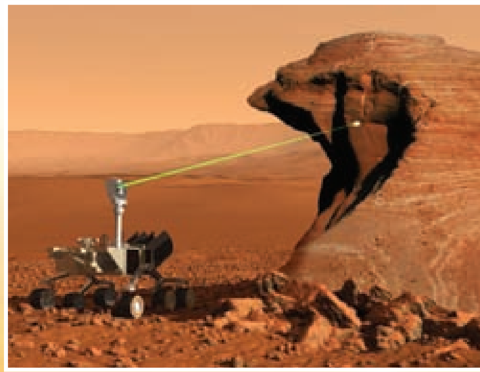


그림 Ⅶ-45 큐리오시티_ 미국의 네 번째 화성 탐사 로봇으로, 무게는 약 900 kg이다. 기존의 화성 탐사 로봇보다 훨씬 커서 움직이는 '화성 과학 실험실'로 불리며, 핵연료를 동력으로 사용한다.



그림 Ⅶ-46 소행성 탐사선 도온



그림 Ⅶ-47 소호 위성

우주 정거장 설계하기

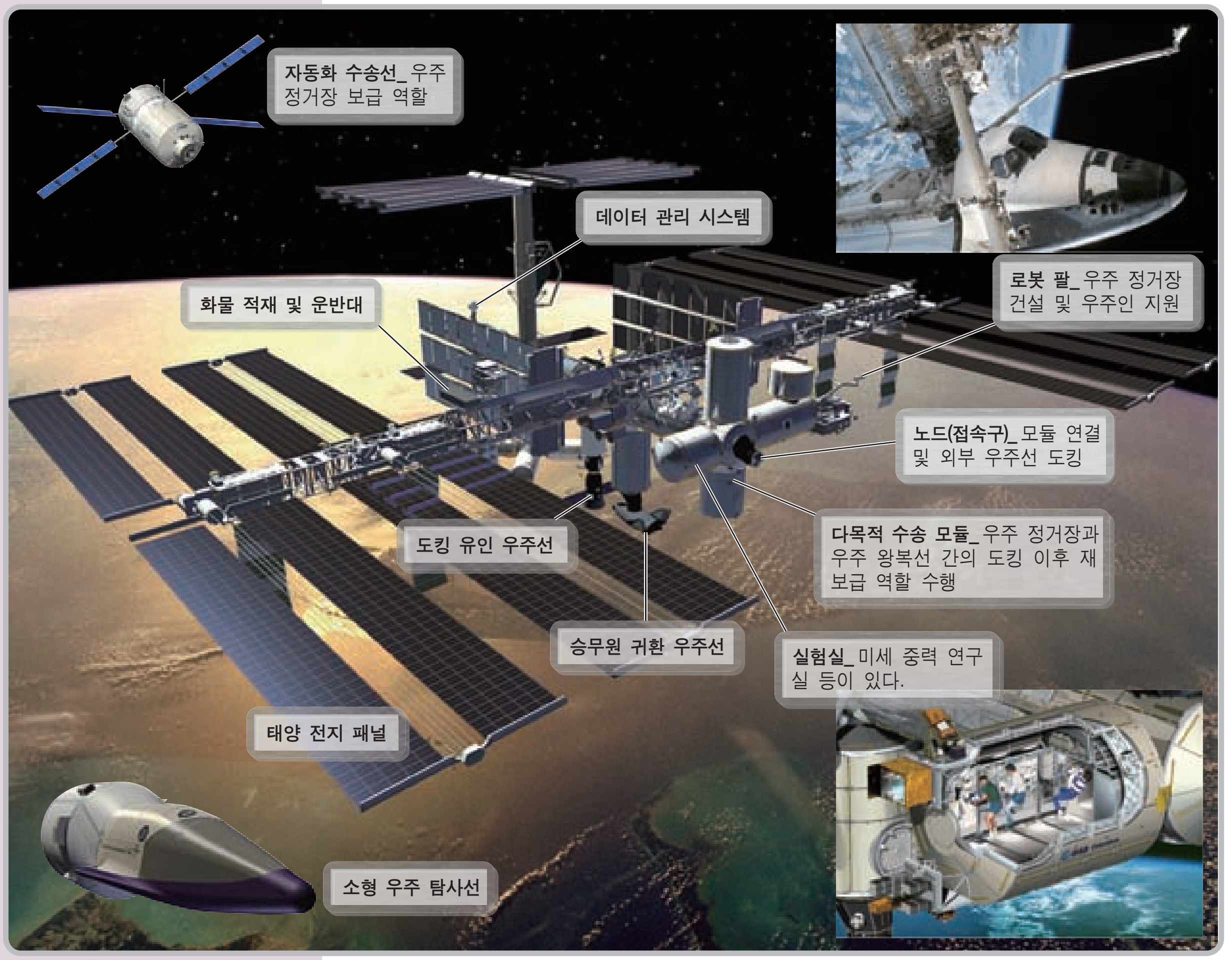
조사 / 탐구

목·표

우주 정거장에 대해 이해하고, 미래의 우주 정거장을 설계할 수 있다.

과정

❶ 미국, 러시아, 일본 등 전 세계 16개국이 참여하여 건설 중인 국제 우주 정거장(ISS)은 여러 개의 모듈로 이루어져 있다. 다음은 각 모듈의 역할을 나타낸 것이다. 우주 정거장에서는 어떤 실험이 이루어지고 있는지 조사해 본다.



❷ 미래의 우주 정거장 설계도를 그려 본다. 그리고 설계도에 각 모듈의 특징이나 역할이 무엇인지 써넣는다.

결과 창의 · 인성

1 미래의 우주 정거장에서는 어떤 일을 하고, 무엇이 필요할지 생각해 보자.

2 우주 개발을 목적으로 발명된 제품 중 상용화된 것에는 어떤 것들이 있는지 조사해 보자.

우리나라의 우주 개발

현재에는 미국과 러시아뿐만 아니라 많은 나라에서 우주 개발에 참여하고 있다. 우리나라 주변국인 일본과 중국도 이미 1970년에 각각 위성 발사에 성공하였으며, 최근에는 달이나 소행성 탐사에도 나서고 있다.

우리나라의 우주 개발은 1990년 이후 본격적으로 시작되었다. 위성 분야에서는 1992년 우리별 1호를 시작으로 1999년에는 우리나라 독자적으로 제작한 우리별 3호와 실용 위성인 아리랑 1호를 발사하였다. 발사체와 관련해서는 1993년 과학 로켓 1, 2호를 시작으로 2002년에 액체 추진 과학 로켓 3호를 발사하였다. 또 2005년에는 우주 개발 진흥법을 제정하여 우주 개발을 체계적으로 추진할 수 있는 토대를 마련하였다.

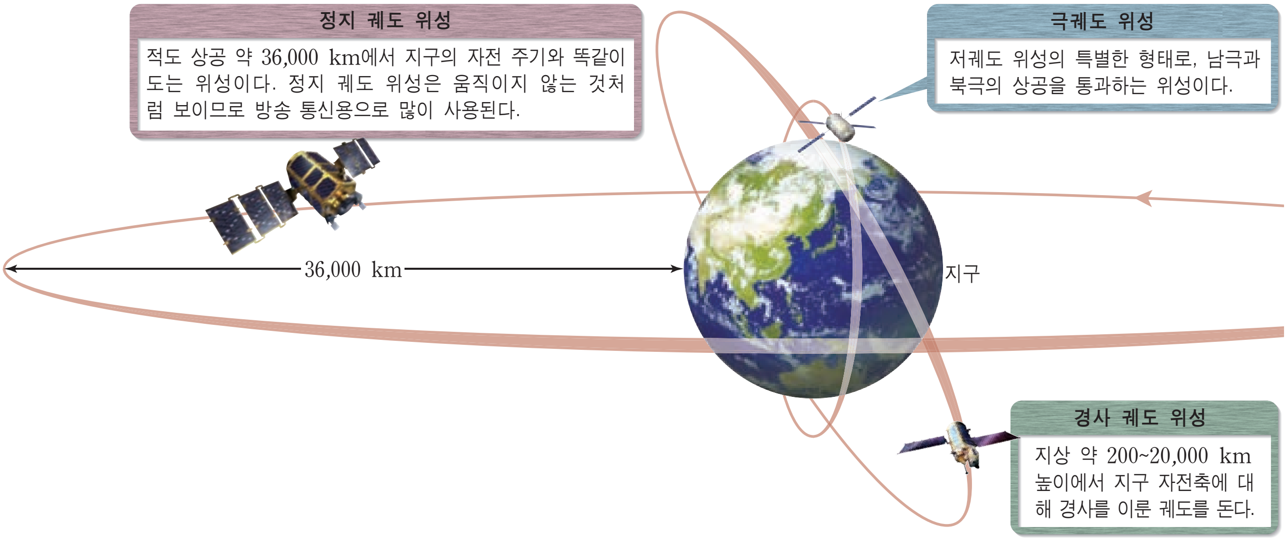
2008년에는 한국 최초의 우주인이 탄생하였고, 2009년에는 우주 센터를 건설하여 한국 최초의 우주 발사체인 나로호를 발사하였다. 2010년에는 우리나라 첫 번째 통신 해양 기상 위성인 천리안이 발사되어 우리나라 주변의 대기와 해양을 관측하고 있다.

앞으로 우리나라는 2017년까지 한국형 발사체를 개발하여 실용 위성 발사 능력을 확보하고, 2020년에는 달 궤도선, 2025년에는 달 착륙선을 발사할 예정이다.

스스로 해결하기
우리나라에서 보유한 첫 번째 통신 해양 기상 위성의 이름은 무엇인가?

그림 Ⅶ-48 한국항공우주연구원





▲ 그림 Ⅶ-49 궤도에 따른 인공위성의 종류

인공위성과 우리 생활

인공위성은 용도에 따라 통신 위성, 과학 위성, 기상 위성, 항법 위성, 지구 관측 위성 등으로 나뉜다. **통신 위성**은 방송이나 통신 중계 등에 이용되는 위성으로서, 우리나라의 무궁화 위성은 방송·통신용으로 이용되는 정지 궤도 위성이다. **과학 위성**은 과학 연구를 위한 자료 수집을 목적으로 하는 인공위성으로서, 우리나라의 우리별 위성과 과학 기술 위성 등이 이에 해당한다. **기상 위성**은 기상 관측을 주목적으로 하는 인공위성으로서, 우리나라는 2010년에 발사한 천리안 위성이 정지 궤도를 돌며 기상 관측을 담당하고 있다. **항법 위성**은 전파를 통해 선박이나 비행기의 위치를 알려 준다. **지구 관측 위성**은 바다와 육지를 관측하는 위성으로서, 인간이 환경에 주는 영향을 알려 준다. 우리나라의 아리랑 위성은 지구 관측 위성으로서, 해양 오염, 자원 탐사, 농업 재해 모니터링, 해양 적조 감시, 정밀 지도 제작 등에 활용되고 있다.



▼ 그림 Ⅶ-50 천리안 위성_ 2010년에 발사한 우리나라 최초의 기상 관측용 위성으로서, 정지 궤도를 돌며 기상 관측뿐만 아니라 해양 관측과 통신 서비스를 제공하는 복합 위성이다.



» 그림 Ⅶ-51 천리안 위성이 촬영한 기상 영상(2011년 8월 5일) 한반도로 접근하는 태풍의 모습이 선명하게 보인다.



그림 Ⅶ-52 인공위성의 이용

인공위성은 이미 우리 생활 곳곳에 이용되고 있다. 외국에서 열리는 스포츠 경기를 텔레비전으로 시청하고, 외국에 있는 친구와 전화로 이야기하며, 인터넷을 통해 화상 채팅을 할 수 있는 것 등은 모두 위성을 이용한 것이다. 그뿐만 아니라 지피에스(GPS) 수신기가 탑재된 스마트폰이나 자동차의 내비게이션을 이용하면 가 보지 않은 길도 쉽게 찾아갈 수 있다. 이와 같이 인공위성을 이용한 정보 통신 기술의 발달은 우리의 생활을 편리하게 해 주고 있다.

또한 인공위성은 우리의 생활을 위협하는 요소들을 미리 파악할 수 있게 해 준다. 기상 변화나 해수면의 온도 변화에 따른 재난에 대비할 수 있고, 농사 작황을 파악하여 인류의 식량 문제에 미리 대응하는 것도 가능하며, 자원을 탐사하거나 개발하는 데 이용하여 인류의 자원 문제 해결에도 기여할 수 있다.

그리고 지구 온난화 현상에 따른 빙하 면적의 변화나 오존층의 상태를 쉽게 파악할 수 있도록 해 주어 지구의 환경을 보호하는 데 기여하기도 한다.

인공위성을 비롯한 우주 개발 관련 산업은 전기, 전자, 기계, 재료, 화학, 생물 등 광범위한 분야의 초정밀 첨단 기술이 종합된 분야로서, 그 파급 효과가 크므로 앞으로는 더욱 중요한 역할을 하게 될 것이다.



그림 Ⅶ-53 인공위성 및 우주 개발 관련 산업



그림 Ⅶ-54 병원에서 사용 중인 MRI 장치



그림 Ⅶ-55 가정용 정수기

우주 개발의 영향과 문제점

우주 개발은 우주에 대한 많은 의문점들을 해결해 주고 있으며, 우주 개발 과정에서 얻은 기술은 신기술의 원천이 되기도 한다. 우리가 가정에서 사용하는 정수기는 우주인들의 식수 문제를 해결하기 위해 개발되었으며, 병원에서 사용하는 시티(CT)나 자기 공명 영상(MRI) 장치 등도 아폴로 계획에서 개발된 기술들을 활용한 것이다. 최근에는 우주 개발에 참여하는 국가들이 늘어나면서 우주 개발 관련 기술이 고부가 가치를 지닌 산업으로 떠오르고 있다.

한편, 그동안의 우주 개발 과정에서 발생한 통제되지 않는 비행체나 부품 조각들이 매우 빠른 속도로 지구 주위를 돌고 있다. 이러한 우주 쓰레기는 우주 공간에 있는 다른 우주 탐사 기기와 충돌할 위험이 있으며, 인류가 우주선을 이용하여 우주로 나가거나 들어올 때 매우 위협적인 요소가 되고 있다. 우주 개발이 진행될수록 이와 같은 우주 환경오염 문제는 더욱 심해질 것이므로 이에 대한 대처가 필요하다.



그림 Ⅶ-56 첨단 로봇 기술

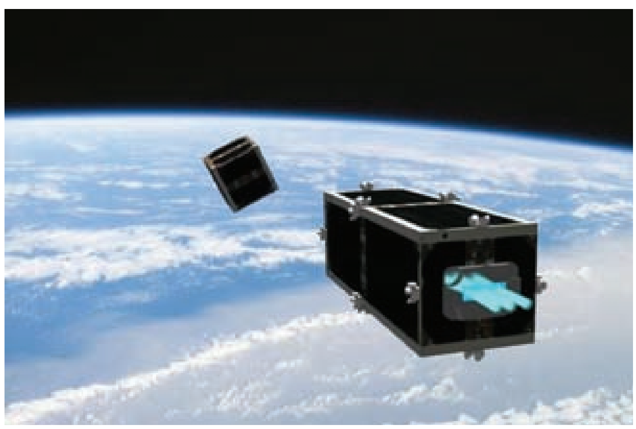
우주 개발에 따른 국제 문제
우주 선진국에 비해 뒤늦게 우주 개발에 참여한 우주 개발 도상국에 대한 우주 궤도 사용의 배분이나 주파수 배분 등과 같은 새로운 문제들이 생겨나고 있으며, 우주 개발에 뒤처진 국가들의 국가 안보 위협 문제도 나타나고 있다.

잠깐 체크 대부분의 우주 쓰레기는 무엇으로부터 생겨났을까?

표 Ⅶ-1 숫자로 보는 우주 쓰레기

구분	내용
개수	• 크기 10 cm 초과: 1만 6천 개 • 크기 1～10 cm: 50만 개 • 크기 1 cm 미만: 1천만 개
속도	시속 36,000 km(저궤도 부근)
파괴력	지름 1 mm 알루미늄 조각이 초속 10 km로 돌진할 때: 시속 450 km로 날아오는 야구공의 위력
수명	• 고도 300～600 km: 수년 • 고도 1,000 km 이상: 100년 이상

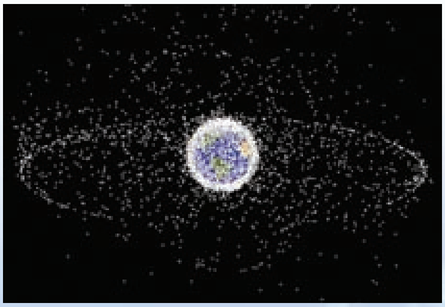
그림 Ⅶ-57 우주 쓰레기 회수용 우주선(상상도)



STEAM 융합

우주 개발을 위협하는 우주 쓰레기

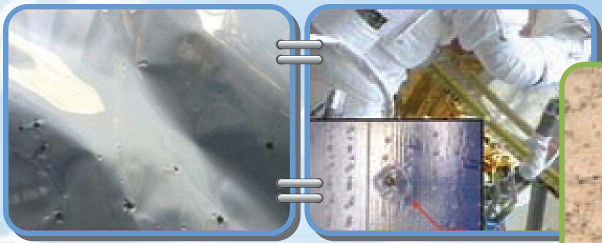




지구 주변에 분포하는 인공위성과 우주 쓰레기

지구 궤도를 도는 인공의 물체 중 더 이상 유용한 목적으로 이용되지 않는 것을 우주 쓰레기라고 한다. 우주 쓰레기는 주로 수명이 다한 인공위성이나 로켓에서 떨어진 다양한 크기의 파편들로서, 지구 주변을 약 10 km/s의 속력으로 날아다닌다.

1957년에 최초의 인공위성인 스푸트니크 1호가 발사된 이후 지금까지 6,000여 개의 인공위성과 우주선이 쏘아 올려졌다. 그러나 지금까지 사용되는 것은 그중의 10 % 정도에 불과하며, 나머지의 대부분은 우주 쓰레기가 된 것으로 추정된다. 최근 지구 궤도에 진입하는 위성이 급증함에 따라 위성과 우주 쓰레기 사이의 충돌 가능성은 점점 높아지고 있다. 이미 1996년 7월 프랑스의 인공위성 세리스가 1986년에 발사되었던 아리안 로켓의 파편과 충돌하여 심각하게 손상되었다. 또한 미국의 우주 왕복선도 여러 차례 우주 쓰레기와 충돌해 외부 부품을 교체하였다. 현재 북미 항공 우주 방위 사령부(NORAD)가 약 35,000개의 우주 쓰레기를 추적하고 있지만, 지름 1 cm 정도로 크기가 작은 것들은 탐지하기가 불가능한 상황이다.



우주 쓰레기와 충돌한 우주 왕복선과 허블 우주 망원경의 표면



지구로 떨어진 우주 쓰레기의 잔해

글 쓰 기

1 우주 쓰레기의 피해에는 어떤 종류가 있는지 서술해 보자.

2 인류의 우주 개발에 있어 우주 쓰레기 문제를 해소할 수 있는 방안을 제시해 보자.

우주 개발과 관련된 직업의 세계

우주 과학은 기초 과학 분야에서부터 공학에 이르기까지 모든 과학의 총 집합체이다. 따라서 우주 개발과 관련된 직업 또한 매우 다양하다. 우주 개발과 관련된 직업에는 무엇이 있을까?

탐구 활동 우주 개발과 관련된 직업의 세계 조사

목 · 표

우주 개발과 관련된 직업에는 어떤 것들이 있는지 설명할 수 있다.

과정

그림과 같은 우주 개발과 관련된 직업에는 어떤 것들이 있으며, 하는 일은 무엇인지 알아본다.





결과 창의 · 인성

우주 개발과 관련된 직업과 하는 일들을 조사하여 적어 보자.

직업	하는 일
항공 공학자	항공기 관련 기술 개발, 비행체 제작 및 설계, 비행 시스템 개발, 항공기 부품 설계 및 시험

우리나라의 우주 개발은 선진국보다 뒤늦게 시작되어 현재에는 우주 개발 인력이 많이 부족한 실정이다. 그러나 우주 개발과 관련된 산업이 점차 발전하고 있으므로 그에 따른 직업의 종류와 우주 개발 인력의 수도 점차 많아질 것으로 전망된다.

그림 Ⅶ-58 우주 과학과 직업



자기 주도 학습

개념 확인하기

1999년에 발사된 인공위성으로서, 설계에서 부품 제작, 조립까지 전 과정을 국내 연구진이 맡은 최초의 우리 고유의 인공위성은 무엇인가?

과학과 기술, 사회 연관 짓기

우리나라가 달에 탐사선을 발사하기 위해서는 먼저 어떤 기술들이 개발되어야 할까?

대단원 마무리

VII. 외권과 우주 개발

개념 정리하기

계절 별자리

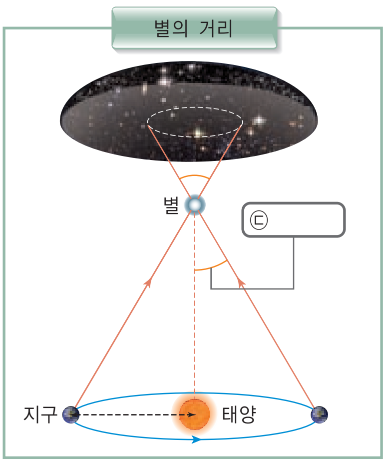


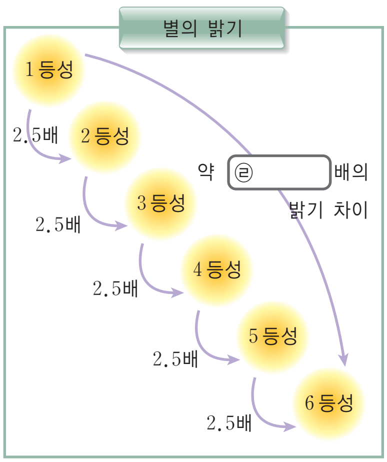
(㉠)철

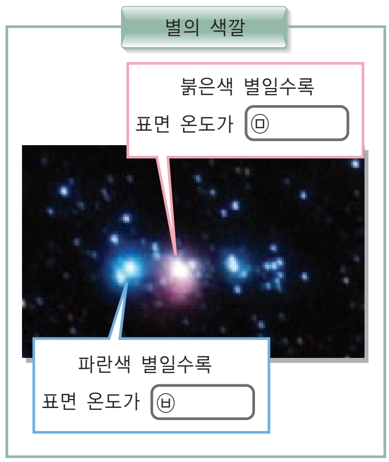


(㉡)철

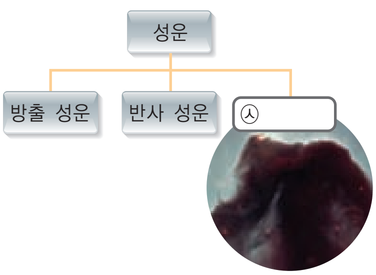
별의 특성

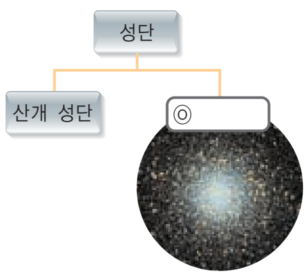


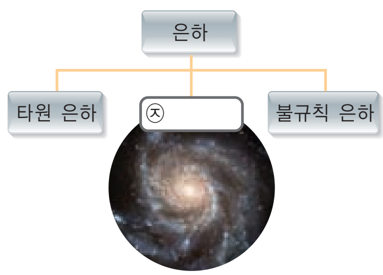




은하의 구성과 종류







개념 적용하기

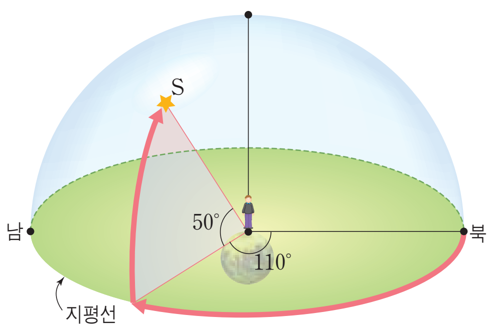
1 다음 설명 중 옳은 것에는 ◯, 틀린 것에는 ×로 표시하시오.

(1) 별의 거리가 멀수록 연주 시차가 커진다. ( )

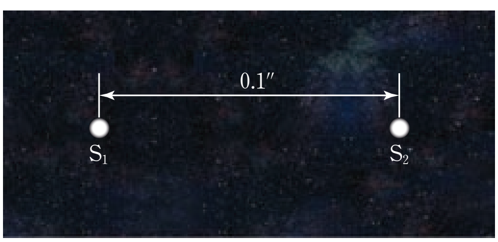
(2) 거리가 20파섹인 별은 겉보기 등급이 절대 등급보다 크다. ( )

(3) 흰색을 띠는 베가는 노란색을 띠는 카펠라보다 표면 온도가 높다. ( )

2 그림은 지평 좌표계를 나타낸 것이다. 별 S의 방위각과 고도를 구하시오(단, 방위각은 북쪽을 기준으로 한다.).



3 그림은 지구의 공전에 의한 별 S의 위치 변화를 6개월 간격으로 나타낸 것이다. 이 별까지의 거리를 구하시오.



4 표는 몇 개의 별에 대한 관측 자료를 나타낸 것이다.

별	겉보기 등급	절대 등급	스펙트럼형
리겔	0.1	−6.8	B
베텔게우스	0.8	−5.5	M
북극성	2.1	−3.7	F
시리우스	−1.5	1.4	A
아크투루스	0.0	−0.3	K

(1) 우리 눈에 가장 밝게 보이는 별과 실제로 가장 밝은 별은 각각 무엇인가?

(2) 표면 온도가 가장 높은 별은 무엇인가?

(3) 지구에서 가장 가까운 곳에 있는 별은 무엇인가?

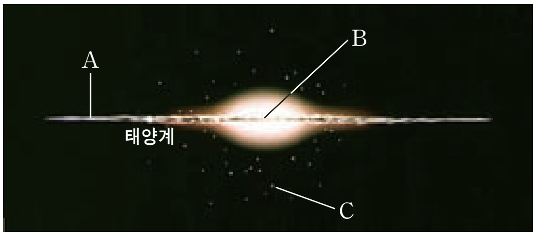
5 별자리판을 보면 많은 별과 별자리가 표시되어 있으나 태양이나 달, 행성들은 표시되어 있지 않다. 그 이유를 이야기해 보자.

6 다음은 어느 날 밤하늘의 별자리를 보면서 철수와 동생이 나눈 대화이다. 빈칸에 알맞은 말을 쓰시오.

동생: 오빠. 저기 보이는 별자리가 뭐야?
철수: 음. 겨울철의 대표 별자리인 오리온자리 같은데.
동생: 별들 중에서 두 개는 아주 밝게 보이는데?
철수: 그래. 우리 눈에 밝게 보이는 저 별들은 (㉠) 등급이 작은 별이란다.
동생: 가을철에 볼 때보다 별자리가 서쪽으로 옮겨 간 것 같아.
철수: 맞아. 별자리는 (㉡) 때문에 매일 조금씩 서쪽으로 이동하지.

개념 적용하기

[7~8] 그림은 우리은하를 옆에서 본 모습이다.



7 태양계가 우리은하의 중심이 아닌 곳에 있기 때문에 나타나는 현상으로 알맞은 것은?
① 우리은하가 회전하고 있다.
② 은하 중심부에 핵이 존재한다.
③ 은하 중심에 막대 구조가 존재한다.
④ 은하수의 모습이 방향에 따라 다르다.
⑤ 우리은하가 나선형의 팔을 가지고 있다.

8 별의 탄생이 활발한 곳과 구상 성단이 가장 많이 관측되는 곳을 순서대로 옳게 나타낸 것은?
① A, C ② B, A
③ B, C ④ C, A
⑤ C, B

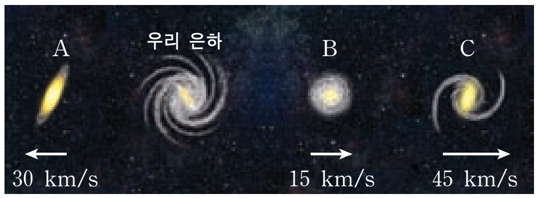
9 다음 중 우리은하가 가지고 있지 않은 것은?
① 성간 물질 ② 방출 성운
③ 암흑 성운 ④ 나선형의 팔
⑤ 타원형의 중심핵

10 그림은 외부 은하를 형태에 따라 분류한 것이다.



(가)와 (나)의 분류 기준으로 옳은 것은?
① 은하핵의 유무 ② 나선팔의 유무
③ 막대 구조의 유무 ④ 중심부의 밀집 정도
⑤ 나선팔의 감긴 정도

11 그림은 우리은하에서 바라본 외부 은하들의 후퇴 속도를 나타낸 것이다.



B에서 관측할 때 A가 멀어지는 속도는 얼마인가?
① 0 km/s ② 15 km/s
③ 30 km/s ④ 45 km/s
⑤ 90 km/s

12 인공위성 중 방송이나 통신에 이용되는 위성은 주로 어떤 궤도를 도는 인공위성인가?

13 오늘날 우주 개발의 목적과 거리가 먼 것은?
① 자원의 확보
② 경제적 이익 창출
③ 첨단 기술의 개발
④ 지상의 쓰레기 문제 해결
⑤ 우주에 대한 깊이 있는 이해

개념 응용하기

탐구력 기르기

1 나는 누구일까요?



나는 작은곰자리에 있는 밝은 별이에요. 나의 방위각은 0°이고, 고도는 관측 지점의 위도와 같답니다. 나는 계절이나 시각에 관계없이 항상 같은 위치에서 보이기 때문에 옛날부터 사람들이 길을 찾을 때 나를 길잡이별로 이용했어요.

창의력 키우기

2 그림은 겨울철 남쪽 하늘에 보이는 별들을 나타낸 것이다. 별들을 기억하기 쉽게 나만의 별자리를 만들고, 별자리를 이용하여 재미있는 이야기를 만들어 보시오.



탐구력 기르기

3 그림은 우리은하의 일부를 본 모습이다. 이를 무엇이라고 하며, 이에 대한 연구를 통해 알아낸 우리은하의 특징은 무엇인지 쓰시오.



(1) 이름: (   )

(2) 우리은하의 특징: (   )

창의력 키우기

4 만약 외부 은하들의 멀어지는 속도가 현재보다 더 크게 관측된다면 우주의 나이는 현재와 비교했을 때 어떻게 변하게 될지 서술하시오.

과학 글쓰기

5 전 세계 여러 나라들이 경쟁적으로 우주 개발을 하면서 나타나는 문제점에는 어떤 것들이 있는지 쓰시오.



바딘(Bardeen, J. ; 1908~1991)



바딘은 미국 출신의 물리학자로서, 노벨 물리학상을 두 번 수상하였다. 반도체 연구 및 트랜지스터 개발로 1956년 윌리엄 쇼클리, 월터 브래튼과 함께 노벨 물리학상을 공동 수상하였다. 또 1972년 초전도 현상을 설명하는 이론을 제시하여 리언 쿠퍼 및 존 슈리퍼와 함께 두 번째 노벨 물리학상을 공동 수상하였다.

트랜지스터는 전류나 전압의 흐름을 조절하여 증폭하거나 스위치 역할을 하는 반도체이다. 트랜지스터의 발명은 반도체 시대를 열어 인류의 역사를 바꾸어 놓았다. 오늘날 컴퓨터를 비롯한 첨단 전자 공학의 대용량 기술 대부분은 반도체의 발달과 관련이 있다.



Ⅷ 과학과 인류 문명

❖ 이 단원에서는

수많은 첨단 과학 기술과 기기들의 발전으로 우리 생활은 점점 편리해지고 있다.

이 단원에서는 이러한 과학의 발전이 인류 문명에 끼친 영향을 여러 가지 사례를 통해 알아보고, 과학이 다른 분야와 통합되거나 융합된 사례에 대하여 조사해 보자. 또한 과학 발전의 역사와 현재 과학 기술의 수준을 바탕으로 미래에 영향을 줄 과학 기술에는 무엇이 있는지 알아보자.

단원 미리 보기

과학과 인류 문명

우주 정거장

우주 비행사나 연구자가 오랜 기간 머물 수 있는 우주 정거장이 만들어지면서 인류의 활동 공간은 지구를 벗어나 우주로 확장되었다. 우주 정거장에서는 어떤 일을 하는 것일까?



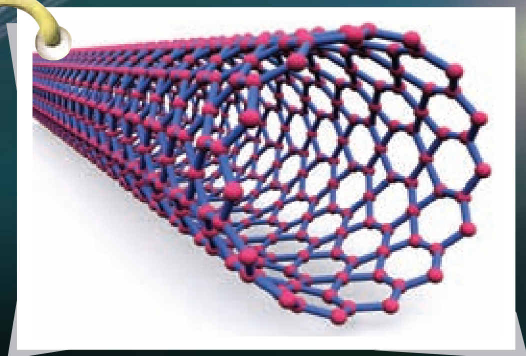


유전자 칩

조그마한 칩 안에 사람의 유전자 정보를 고밀도로 담은 유전자 칩은 유전자 이상에 의해 발생하는 난치병의 진단 및 치료에 활용할 수 있다. 유전자 칩은 그 밖에 어떤 분야에 활용할 수 있을까?

탄소 나노튜브

탄소 나노튜브는 탄소 6개로 이루어진 육각형들이 서로 연결된 관 모양의 신소재이다. 탄소 나노튜브는 어떤 분야에 이용할 수 있을까?



초기의 과학은 발명의 개념보다는 발견의 개념으로서, 원시적 기술에 불과하였으나 현재는 인류 문명과 함께 지속적으로 발전하여 인간의 상상력이 구현되는 데까지 이르렀다. 또한 과학은 기술, 공학, 예술, 수학 등과 통합되어 더 많은 영역에서 인류 문명에 영향을 미치고 있다. 과학의 발전과 영역 확장은 미래 생활에 어떤 변화를 일으킬까?



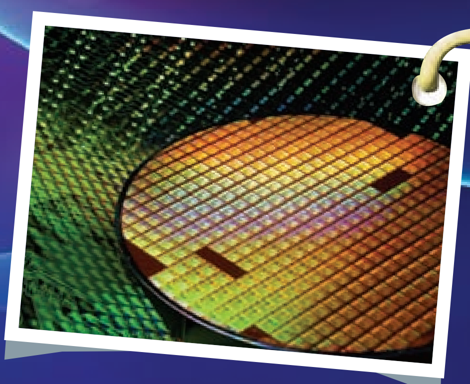
알버트 휴보

한국에서 개발한 두 발로 걸을 수 있는 인간형 로봇인 알버트 휴보는 사람과 비슷하게 움직이고, 얼굴 근육을 움직여 사람의 표정을 재현하기도 한다. 로봇 기술이 발달하면 우리 생활에 어떠한 변화가 생길까?

태양광 발전

석유, 석탄 등의 매장량 감소와 연소에 의한 환경오염을 줄이기 위한 방안으로 태양광을 이용한 에너지 개발이 이루어지고 있다. 태양광 발전의 장점은 무엇일까?





반도체

반도체는 우리 생활의 거의 모든 전기 기기에 사용되고 있다. 반도체 기술이 발달하면서 우리 생활이 편리해진 점은 무엇일까?



1-1 우리 생활과 첨단 과학

학습 목표

- 우리 생활에 이용되는 첨단 과학의 예를 설명할 수 있다.

컴퓨터, 인터넷, 반도체, 로봇, 스마트폰 등 첨단 과학에 의한 혁신적인 제품들은 오늘날 우리 생활을 획기적으로 변화시키고 있다. 예를 들어 인터넷은 실생활에서 수많은 정보를 손쉽게 접할 수 있게 해 주었고, 첨단 의료 기기의 발전은 난치병의 치료를 가능하게 하고 있다.

그 밖에도 우리 생활을 변화시키고 있는 첨단 과학에는 어떤 것이 있을까?

과학 기술의 발전과 혁신

인류 최초의 기술 혁신은 불의 발견이다. 불의 발견으로 인간은 일정한 장소에 모이기 시작하였고, 공동 사회를 형성하게 되었다. 또한 불을 이용하여 음식물을 익혀 먹기 시작하면서 기생충에 감염될 확률이 줄어들어 더욱 건강한 삶을 이어 갈 수 있었다.

나아가 불은 여러 가지 과학 기술 발전의 원천이 되었다. 예를 들어 음식물을 조리하거나 보관하기 위해 사용된 점토 용기는 불에 구우면 더 단단해진다는 경험을 통해 물질의 고온 처리 기술을 습득하게 되었고, 이것은 금속 가공 기술과 연결되어 금속 시대를 여는 실마리가 되었다.

그렇다면 불의 발견 이후 인류 문명에 큰 영향을 끼친 과학 기술에는 어떤 것이 있을까?



그림 Ⅷ-1 인류와 불_ 불의 발견으로 인류의 생활에 많은 변화가 생기게 되었다.

탐구 활동 과학 기술 혁신이 인류 문명에 끼친 영향

조사, 토론

목·표

과학 기술 혁신이 인류 문명에 끼친 영향을 조사하고, 이에 대해 토론할 수 있다.

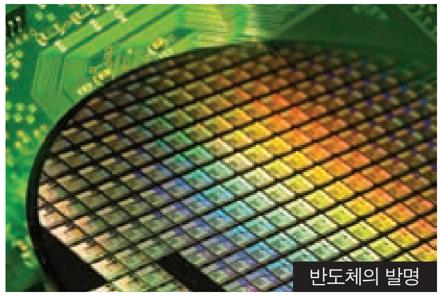
준·비·물

인터넷 검색이 가능한 기기, 신문, 서적 등

과정

다음은 인류가 이루어 낸 과학 기술 혁신의 몇 가지 예이다.


철의 발견


반도체의 발명


증기 기관의 발명


현미경의 발명

❶ 위의 내용을 참고하여 과학 기술의 혁신 사례를 조사하고 모둠별로 주제를 정한다.

❷ 각 모둠에서 선정한 과학 기술이 인류 문명에 끼친 영향을 인터넷, 신문, 서적 등을 이용하여 조사한다.

결과

각자 조사한 내용을 바탕으로 모둠별로 과학 기술이 인류 문명에 끼친 긍정적인 영향과 부정적인 영향에 대하여 토론해 보자.

주제 :

해석 창의 · 인성

모둠에서 조사한 과학 기술이 없었다면 인류의 생활은 현재와 어떻게 달라졌을지 토론해 보자.

불의 발견 이후 인류는 철기 시대를 거치면서 문명을 더욱 획기적으로 발전시킬 수 있었다. 돌을 이용하던 인간이 철과 같은 금속을 발견하고 이를 활용할 수 있게 된 것은 마술과도 같은 놀라운 변화였다. 철은 강하면서도 돌과 달리 모양을 쉽게 변화시킬 수 있어서 무기, 농기구, 그릇, 장신구 등 다양한 용도로 사용되었다. 또한 철을 많이 보유하고 이를 더욱 다양하게 이용한 민족은 생산력과 군사력이 향상되어 다른 민족을 지배할 수 있었다. 당시에는 철을 다루는 기술이 첨단 과학이었으며, 민족의 운명을 결정할 수 있었다.

오늘날에도 철은 건축물을 지을 때 필수적으로 사용되며, 자동차나 기계 장치를 비롯하여 각종 생활용품, 사무기기 등 매우 다양한 곳에서 중요한 재료로 사용되고 있다.

철의 사용 이후에도 인류는 끊임없이 다양한 분야에서 과학 기술의 혁신을 이루어 냈다. 예를 들어 16세기 후반에 발명된 현미경은 세포와 같이 맨눈으로 볼 수 없는 아주 작은 물체나 물질들을 볼 수 있게 하여 생물학, 의학 등의 연구를 한 차원 높이는 데 매우 중요한 역할을 하였다. 또 18세기 후반에 발명된 증기 기관은 사람이나 가축의 힘, 풍력, 수력 등 자연적인 동력을 대신하여 제품의 대량 생산을 가능하게 하였고, 운송 수단의 혁신을 일으켜 산업 혁명의 원동력이 되었다.



그림 Ⅷ-2 부르즈 할리파_ 두바이에 있는 세계 최고층 건물로서, 과학적인 공법을 적용한 대표적인 건축물이다. 총 162층이며, 전체 높이는 828 m이다.

첨단 과학의 현재

20세기에 들어와서는 DNA의 입체 구조가 밝혀짐에 따라 생명 공학의 발전이 가속화되었고, 우주 탐사선이나 인공위성 등을 이용한 우주 개발이 본격화되었다. 또 반도체 산업의 발전으로 정보화 사회가 실현되는 등 헤아릴 수 없이 많은 과학 기술의 혁신이 이루어지고 있다.

이러한 첨단 과학 기술에 의해 우리 생활은 어떻게 변하고 있는지 알아보자.



그림 Ⅷ-3 왓슨과 크릭_ 왓슨과 크릭은 DNA의 입체 구조가 2중 나선 구조라는 사실을 최초로 밝혀냄으로써 생명 공학의 발전에 큰 기여를 하였다.

탐구 활동 | 첨단 과학과 관련된 기사 조사 및 토론

조사, 토론

목·표

첨단 과학과 관련된 기사를 찾아보고 그로부터 변화된 우리 생활의 모습을 말할 수 있다.

준·비·물

인터넷 검색이 가능한 기기, 신문, 서적 등

과정

다음은 첨단 과학과 관련된 기사이다.

로봇 재활 치료 시스템

첨단 과학이 의학과 만나면서 치료 효과가 배가되어 주목을 받고 있다. 국내의 한 뇌졸중 재활 병원에서는 로봇 재활 치료 시스템을 구축했다. 로봇 재활 치료는 환자의 운동 능력을 실시간으로 감지하여 환자의 특성에 맞게 재활 훈련을 할 수 있도록 지원하는 신개념 로봇 재활 시스템이다.

로봇 재활 치료는 치료 과정과 결과에 대한 정량적 분석, 지속적인 반복을 통한 기능 회복, 피드백 자료 제공, 독립적인 소아 프로그램 제공, 치료를 위한 짧은 준비 기간, 올바른 운동 유도 등의 장점을 가지고 있다. 특히 뇌졸중, 뇌성 마비, 외상성 뇌 손상, 척추 손상, 파킨슨병 등의 치료에 적용하면 재활 효과가 높아진다. – "○○신문" (2012. 02. 14)



보행 재활 훈련 로봇

결과

1 인터넷이나 신문, 서적을 통하여 로봇 재활 치료에 대하여 자세히 조사해 보자.

2 주변에서 로봇 기술이 적용된 다양한 예를 찾아보고, 로봇 기술의 발전이 우리 생활에 어떤 영향을 미칠지 토론해 보자.

해석 창의 · 인성

1 첨단 과학과 관련된 또 다른 기사를 찾아 정리해 보자.

2 여러 가지 첨단 과학이 우리 생활에 어떤 영향을 주게 될지 토론해 보자.

e-러닝
인터넷이나 인트라넷을 통한 전자 학습을 말한다.

우리는 아침에 스마트폰의 알람 소리로 잠에서 깨어나고, 스마트폰으로 일정을 확인하며, 버스 도착 시간을 확인할 수 있다. 또 이동 중에는 전자책을 보거나 어학 공부를 하기도 하고 음악을 듣거나 동영상을 시청하기도 한다. 이 밖에도 스마트폰은 매우 다양하게 활용되고 있다.

태블릿 PC는 키보드 없이 손가락 또는 전자 펜을 이용하여 직접 화면에 정보를 입력하거나 프로그램을 실행할 수 있는 휴대용 컴퓨터이다. 태블릿 PC는 개인용 PC로 사용될 뿐만 아니라 무선 인터넷과 결합하여 e-러닝 서비스를 받는 데 이용되기도 한다. 또 이동 중인 의사가 멀리 떨어져 있는 환자의 상태를 진찰하는 데 이용되기도 하는 등 활용 분야가 넓다.

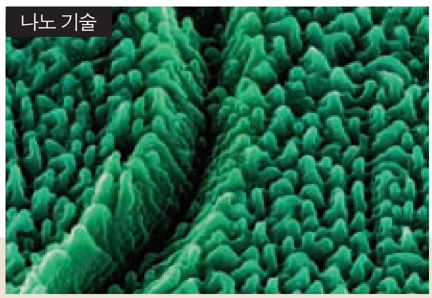
이와 같은 다양한 정보 통신 기기의 혁신은 컴퓨터, 소프트웨어, 멀티미디어 등의 정보 기술과 초고속 인터넷, 이동 통신, 네트워크 등의 통신 기술이 융합하여 발전한 결과이며, 학교, 사무실, 병원, 가정 등 생활 곳곳에서 다양한 변화를 일으키고 있다.

잠깐 체크 스마트폰의 사용으로 과거와 달라진 생활 모습에는 어떤 것이 있는가?

그림 Ⅷ-4 첨단 기술의 예


정보 통신 기술
정보를 만들고 전송하며, 저장하는 모든 유통 과정에 필요한 기술


생명 공학 기술
생명 현상이나 생물 기능 그 자체를 인위적으로 조작하는 기술


나노 기술
물질을 원자나 분자 크기의 수준까지 조작, 분석, 제어할 수 있는 기술


문화 콘텐츠 기술
디지털 미디어에 기반한 첨단 문화 예술 산업을 발전시키기 위한 기술


환경 공학 기술
환경오염을 줄이거나 예방, 복원하는 청정 기술, 에너지 기술, 해양 환경 기술


우주 항공 기술
위성체, 발사체, 항공기 등의 개발과 관련된 복합 기술

생명 과학의 발전은 획기적인 식량 증산과 의학 발전을 통한 건강 증진, 수명 연장을 가능하게 해 주었고 관련 사업의 발전을 통해 우리 생활을 지속적으로 변화시키고 있다. 예를 들어 유전자 치료법은 비정상 유전자를 정상 유전자로 교체하여 불치병의 근본적인 치료를 가능하게 해 주었으며, 유전자 면역 요법을 통해 정상 면역 기능을 갖도록 하여 수명을 연장시켜 주었다.

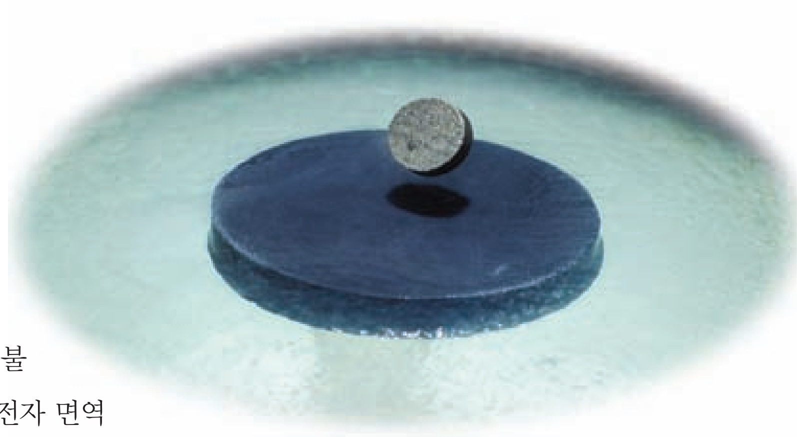


그림 Ⅷ-5 초전도 현상_ 특정 온도 이하에서 전기 저항이 0이 되는 현상이다.

신소재의 발견이나 제조 또한 기술 혁신에서 매우 중요한 분야이다. 예를 들어 특정 온도 이하에서 저항이 0이 되는 물질인 초전도체를 사용하면 매우 강력한 전자석을 만들 수 있다. 이는 연구실에서 물질을 분석하거나 병원에서 질병을 진단하는 자기 공명 영상(MRI) 장치에 이용되고 있다. 이 밖에도 파인 세라믹스, 엔지니어링 플라스틱, 광섬유와 같은 신소재가 있다.

액정 디스플레이(LCD)나 발광 다이오드(LED)와 같은 영상 표현 장치는 전기 · 전자 제품을 더욱 발전시키고 있다. 액정은 고체와 액체의 중간 성질을 갖는 물질로서, 온도나 전압에 의해 분자의 배열과 색이 달라지는 특징을 지닌다. 액정 디스플레이는 소비 전력이 적고 휴대가 편리하여 오늘날 텔레비전이나 컴퓨터, 휴대 전화 등 대부분의 영상 표현 장치에 활용되고 있다. 우리나라는 세계 최고의 액정 디스플레이 기술을 보유하고 있어 세계 시장을 주도하고 있다.

반도체를 이용하여 빛을 내는 발광 다이오드는 에너지 효율이 높아 같은 전력으로도 훨씬 밝은 전등을 만들 수 있어 각종 전원 표시등에 많이 사용되며, 교통 신호등이나 가로등에도 사용되고 있다. 또 유기물을 이용하여 빛을 내는 유기 발광 다이오드(OLED)는 두께를 얇게 만들 수 있어서 다양한 장치에 널리 쓰인다.



그림 Ⅷ-6 발광 다이오드



그림 Ⅷ-7 자기 공명 영상(MRI) 장치



그림 Ⅷ-8 액정을 이용한 태블릿 PC



그림 Ⅷ-9 발광 다이오드를 이용한 전등

연잎
연잎의 표면은 미세한 털들로 덮여 있어 물방울을 튕겨 나가게 하는 나노 구조로 되어 있다. 이러한 연잎의 표면을 모방하여 방수성이 뛰어난 소재와 코팅제를 개발하였다.



나노 기술은 10억분의 1 m인 nm 수준의 크기에서 여러 가지 특성을 나타내는 신소재나 시스템을 만드는 첨단 과학 기술이다. 이러한 나노 기술은 생체의 나노 구조를 모방하여 새로운 성질의 물질을 만들거나 반도체의 집적 회로를 제조하는 데 적용되고 있다.

예를 들어 발바닥에 가느다란 털 형태의 수많은 섬모를 가지고 있어 벽은 물론이고 심지어 천장까지 기어 다니는 도마뱀붙이는 섬모와 벽면 사이에 끌어당기는 힘으로 경사면에서도 몸체를 지탱할 수 있는데, 이러한 섬모의 구조를 모방하여 미국의 대학에서는 스티키봇이라는 로봇을 만들었다. 또 우리나라의 연구 팀에서는 화학 물질을 사용하지 않은 접착테이프를 만들어 반도체나 디스플레이 장치를 옮길 수 있는 기구를 개발하였다.

도마뱀붙이
도마뱀붙잇과의 동물을 통틀어 이르는 말로서, 발바닥에 빨판이 있어 다른 물건에 잘 달라붙는다.



그림 Ⅷ-10 도마뱀붙이 발바닥

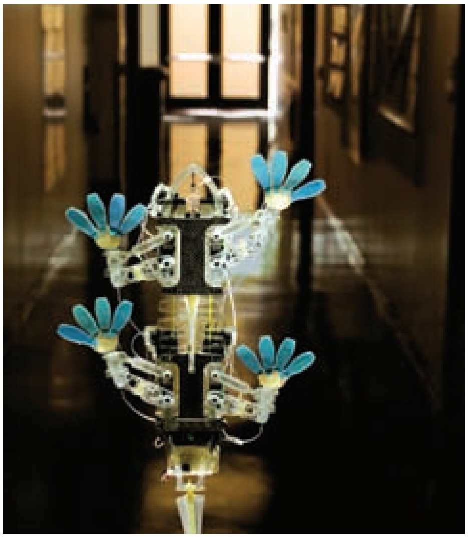


그림 Ⅷ-11 스티키봇

컴퓨터 그래픽이나 입체 영상 제작 기술은 영화나 애니메이션 제작에서 창의력이나 상상력과 결합하여 다양하고 풍부한 영상 표현을 가능하게 한다.

또 문화 콘텐츠를 디지털화하여 유통시키는 기술, 디지털 콘텐츠 제작 기술, 가상 현실 및 인공 지능 응용 기술 등 많은 분야에서 인간의 오감을 재현하는 기술이 현실화되고 있다. 이처럼 첨단 과학의 발달은 우리가 다양한 문화생활을 누릴 수 있도록 도움을 준다.






그림 Ⅷ-12 **대기 오염**_ 급격한 산업화와 무분별한 자원의 소비로 인간의 생활 공간이 파괴되고 있다.

첨단 과학은 환경오염을 줄이거나 예방하고 자연환경을 복원하는 데 활용되어 인류의 쾌적한 삶에 대한 욕구도 충족시켜 주고 있는데, 이와 관련된 기술을 환경 공학 기술이라고 한다. 예를 들어 중유의 탈황 기술은 중유 속에 함유된 황이나 황 화합물을 제거하는 기술로서, 연료를 연소시킬 때 나오는 배기가스 중에서 이산화 황의 발생을 막아 대기 오염을 줄이는 데 기여하고 있다.

중유
원유에서 휘발유, 등유, 경유 등을 뽑아내고 남은 기름이다.

인류는 활동 무대를 지구에만 한정하지 않고 우주 공간을 개발하기 위한 노력을 계속하고 있다. 우주 왕복선, 우주 탐사선, 인공위성, 우주 정거장 등은 우주 및 지구에 대한 이해를 넓히는 데 기여하고 있으며, 빠르고 정확한 정보 전달에도 활용되어 인류의 생활을 더욱 편리하게 만드는 데에도 역할을 다하고 있다. 항공기 엔진 기술, 로켓 추진 기술, 인공위성 제작 기술 등의 우주 항공 기술은 전기, 전자, 통신, 반도체, 신소재 등 다양한 첨단 과학이 결합된 종합 기술이다.

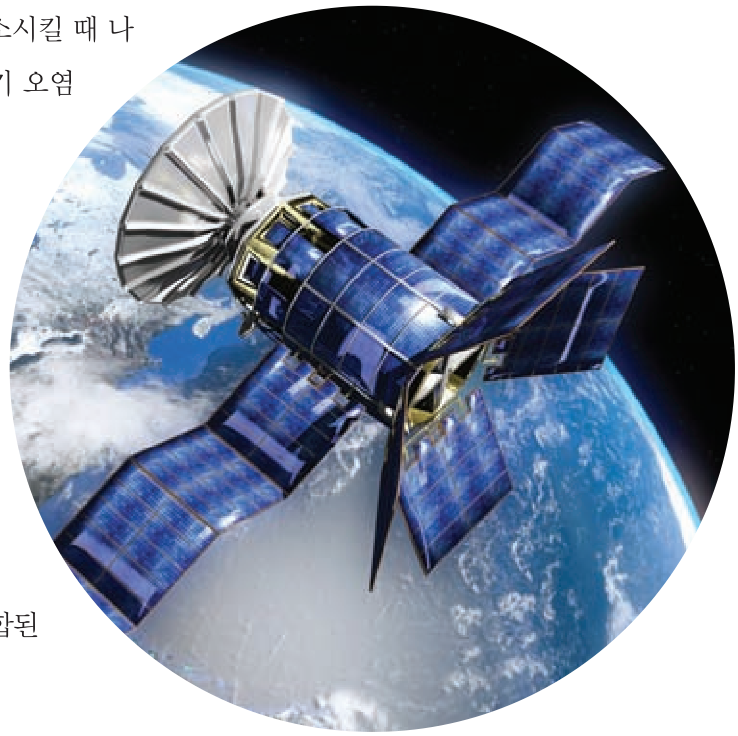


그림 Ⅷ-13 **인공위성**_ 지구 주위의 궤도를 돌면서 기상 관측, 해양 관측, 통신 등의 일을 한다.

자기 주도 학습

개념 확인하기

우리 생활에 큰 영향을 끼치고 있는 첨단 과학 기술에는 어떤 것들이 있는가?

과학과 기술, 사회 연관 짓기

첨단 과학 기술에 의해 우리 생활이 바뀐 부분을 찾아보자.
(1) 옷 (2) 음식 (3) 집



1-2 과학과 기술·공학·예술·수학

학습 목표

- 과학 개념의 원리가 기술, 공학, 예술, 수학 등과 통합된 사례를 설명할 수 있다.

인터넷은 짧은 역사에도 불구하고 현대 사회에 많은 영향을 미치고 있다. 인터넷은 빠르고 풍부한 정보 교환, 시간이나 장소에 구애받지 않는 신속한 커뮤니케이션 등을 가능하게 함으로써 새로운 문화 창출에 대한 무한한 가능성을 열어주었다. 이러한 인터넷의 발전을 가능하게 한 것은 무엇일까?

최초의 인터넷은 군사적 목적으로 개발된 것이다. 그러나 과학의 발전과 더불어 다양한 분야와 통합이 이루어지면서 전 세계를 손쉽게 연결해 주는 거대한 네트워크가 되었다.

인터넷에서 정보를 저장하고 처리하기 위해서는 수학의 이진법을 적용해야 한다. 또 정보를 송수신하는 장치와 소리나 영상을 구현하는 장치 등을 만들기 위해서는 기술 및 공학적인 지식이 있어야 한다. 소리나 영상을 창의적으로 표현하기 위해서는 예술적 감각도 필요하다.

이처럼 과학적 원리를 응용한 수많은 첨단 기술과 기기는 다른 분야와도 밀접하게 관련되어 발전해 왔으며, 인류 문명에 많은 영향을 미치고 있다. 과학이 다른 영역과 통합된 또 다른 사례에는 어떤 것이 있는지 알아보자.



그림 Ⅷ-14 컴퓨터에 이용된 여러 가지 분야의 지식

탐구 활동 과학이 기술, 공학, 예술, 수학 등과 통합한 사례 조사

목·표

과학이 다른 분야의 지식과 통합된 사례를 조사하고 토론할 수 있다.

준·비·물

인터넷 검색이 가능한 기기, 신문, 서적 등

과정

다음은 자전거에 적용되는 여러 가지 지식을 나타낸 것이다.

자전거를 만들거나 잘 타기 위해서는 자전거와 관련된 여러 가지 지식을 알고 있어야 한다. 예를 들어 자전거를 움직이는 데에는 힘과 운동의 관계가 적용되며, 바퀴가 회전할 때 마찰력을 줄이기 위해서는 베어링의 역할이 중요하다. 또 달리는 자전거를 안전하게 멈추기 위해서는 브레이크의 구조와 작동 원리를 알고 있어야 하며, 변속기의 구조에 따른 변속 원리를 알고 있으면 더욱 효율적으로 자전거를 탈 수 있다. 자전거를 제작할 때에는 기술적인 측면 외에도 사람들이 좋아하는 디자인으로 설계하기 위한 예술적 감각도 필요하다.



결과

자전거를 만드는 데 과학과 관련된 기술이나 공학, 예술, 수학적 요소들을 더 찾아 보자.

해석 창의 · 인성

인터넷이나 신문, 서적에서 과학이 기술, 공학, 예술, 수학 등과 통합된 사례를 조사하고 토론해 보자.

1 과학이 기술 또는 공학과 통합된 사례

2 과학이 예술 또는 수학과 통합된 사례

3 과학이 기술, 공학, 예술, 수학 등과 복합적으로 통합된 사례

과학과 기술 · 공학

오늘날의 자동차는 수많은 과학적 원리가 적용되고 여기에 기술, 공학 영역이 통합되어 첨단 제품으로 발전하고 있다. 예를 들어 자동차에 부착된 센서나 위성 위치 확인 시스템(GPS)의 결합 등은 차간 거리가 좁아지면 속도를 늦춰주고, 예상하지 못했던 장애물을 만나면 피하게 해 준다. 또 좁은 공간에서 스스로 주차를 하거나 차선을 벗어날 때에는 경고와 함께 바로잡아 주기도 하는 등 다양한 첨단 기술이 적용되고 있다.

이 밖에도 파동의 반사를 활용한 보행자 충돌 방지 시스템은 더 안전한 주행을 할 수 있게 해 주며, 운전자의 음성 명령에 의해 다양한 기능을 수행할 수 있다.

최근에는 스마트폰을 활용해 시동을 걸거나 차량을 원격 조종하는 기술이 개발되었으며, 실내 온도뿐만 아니라 통풍과 냄새, 습도를 감지하고 이를 자동으로 조절해 주는 기술도 실용화되었다. 하이브리드 기술이 적용된 자동차는 공해가 적고 경제성이 높아 차츰 보편화되고 있다.

위성 위치 확인 시스템(GPS) GPS(Global Positioning System)는 인공위성에서 보내는 신호를 수신해 사용자의 현재 위치를 계산하는 위성 항법 시스템이다. GPS는 항공기, 선박, 자동차 등의 내비게이션 장치에 주로 쓰이며, 최근에는 스마트폰, 태블릿 PC 등에서도 많이 활용된다.

그림 Ⅷ-15 자동차에 적용된 첨단 기술의 예



과학이 기술이나 공학과 통합된 또 다른 사례로 로봇 기술이 있다. 로봇 기술은 자동차 분야를 포함하여 전기, 전자 등 여러 산업에 많은 영향을 미치고 있다.

두 발로 걷는 로봇으로는 한국의 '알버트 휴보'와 일본의 '아시모'가 있고, 사람처럼 생각하고 스스로 학습하는 로봇으로는 미국의 '머츠'가 있다. 이들 로봇은 가위바위보 놀이를 할 수 있을 정도로 정교한 동작이 가능하고, 시속 6 km로 달릴 수도 있다. 또한 사람의 얼굴을 알아보고 감정을 표현하거나 간단한 대화도 할 수 있을 만큼 똑똑하다.



그림 Ⅷ-16 한국의 로봇 '알버트 휴보'

산업 현장에서는 단조로운 반복 작업이 많은데, 이와 같은 작업을 로봇에게 맡길 수 있다. 로봇은 일정한 수준의 정밀도와 정확도로 작업을 계속할 수 있으며, 오랜 시간을 작업해도 지치지 않기 때문에 똑같은 제품을 대량으로 만드는 데 활용되고 있다.

그 밖에도 로봇은 사람이 직접 하기에 어렵고 위험한 일들을 대신할 수 있다. 예를 들어 로봇은 방호복을 입지 않고도 원자력 발전소에서 방사성 물질을 취급하거나 화학 공장에서 유독 물질을 다룰 수 있다. 또 우주 정거장에서 임무를 수행할 때 로봇이 사용되며, 가정에서 사람을 대신하여 청소를 하는 로봇도 실용화되어 있다.

자동차나 로봇 기술의 예와 같이 과학과 기술 또는 과학과 공학의 통합은 또 다른 분야와 융합하여 앞으로도 계속 발전할 것이다.



그림 Ⅷ-17 자동차 공장의 로봇

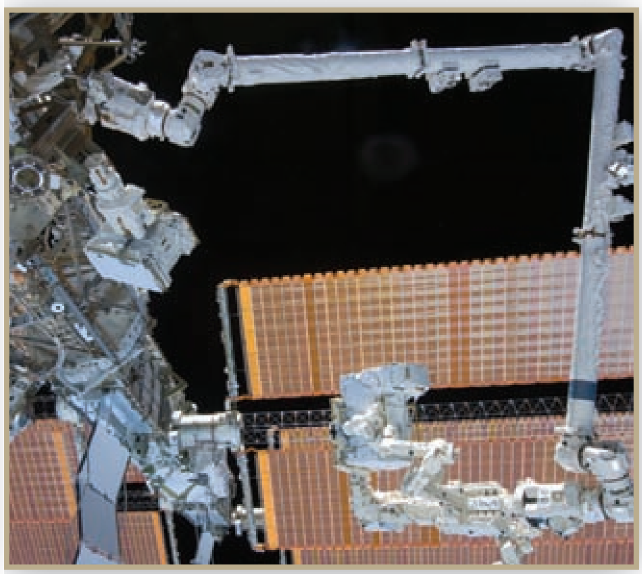
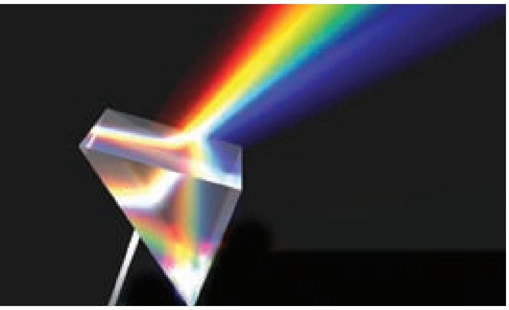
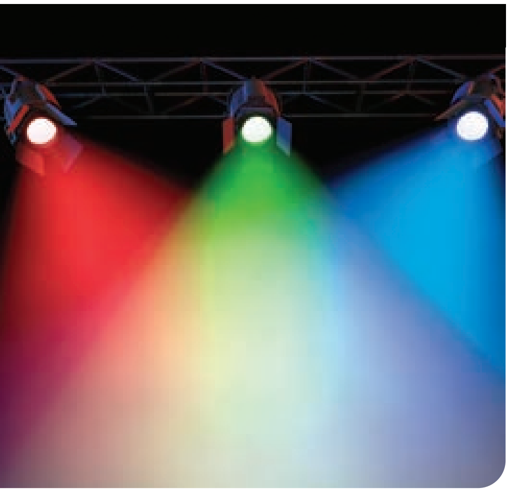


그림 Ⅷ-18 우주 정거장의 로봇



ⓐ 그림 Ⅷ-19 빛의 분해



ⓐ 그림 Ⅷ-20 빛의 3원색

과학과 예술

과학은 미술이나 음악과도 밀접하게 관련되어 있다. 먼저 과학과 그림의 관계에 대하여 알아보자.

뉴턴은 햇빛을 분해하여 햇빛에 다양한 색이 혼합되어 있다는 것을 증명하였고, 영국의 영은 스펙트럼에 나타나는 색이 시각 신경의 지각 작용에 의한 것이라고 하였다. 이후 사람의 눈에 있는 원뿔 세포에는 빨강, 파랑, 초록을 인식하는 세 종류의 세포가 있다는 것이 밝혀졌다. 이에 따라 빛의 3원색이 정해졌으며, 빛의 3원색을 합성하면 인간이 인식할 수 있는 모든 색을 만들어 낼 수 있다.

19세기의 과학적 탐구에 따른 빛과 색채의 이론으로 점묘법이 있다. 점묘법을 이용하면 빛의 3원색을 사용하여 다양한 색의 그림을 표현할 수 있다. 오늘날 컴퓨터나 텔레비전과 같은 영상 표현 장치들도 빨강, 파랑, 초록의 세 가지 색으로 다양한 영상을 만들어 낸다.

과학의 발전으로 19세기에 카메라가 발명되었다. 이것에 자극을 받은 화가들은 카메라로 표현하기 어려운 시각에 의한 인상, 정서와 감정, 개념 구조 등을 표현하기 위해 그림을 더욱 발전시켰다.

ⓑ 그림 Ⅷ-21 점묘법





ⓐ 그림 Ⅷ-22 카메라

화가들은 시시각각으로 변하는 자연에 대한 순간적인 인상을 포착하였고, 사람의 감정과 반응을 표현하는 데 있어서 표현의 자유를 시각화했으며, 카메라로 표현할 수 없는 삼차원의 그림을 그렸다.

오늘날 예술가들은 폭죽 기술을 이용하여 밤하늘에 아름다운 무늬를 만든다. 또 비디오를 이용하여 비디오 아트를 보여 주기도 하고, 전기 조명을 이용하여 도시와 다리의 아름다운 야경을 만들기도 한다. 입체 영상 기술의 발전으로 입체 영화, 입체 영상 텔레비전 등을 볼 수 있게 되었고, 3D 카메라는 사람의 두 눈처럼 두 개의 렌즈로 촬영하여 입체 영상을 표현할 수 있다.

음악에서도 과학이나 수학적 원리가 적용된다. 예를 들어 음계에서 '라' 음의 진동수가 440 Hz인 것처럼 다른 음들의 진동수도 수학적으로 계산하여 구할 수 있다. 그 밖에도 소리가 만들어지는 과정이나 악기마다 음색이 다른 이유, 작곡의 원리, 음악 감상과 뇌의 활동, 소리를 압축하는 원리 등은 과학과 밀접한 관련이 있다.



그림 Ⅷ-23 불꽃놀이



그림 Ⅷ-24 다리의 아름다운 야경



그림 Ⅷ-26 3D 카메라



그림 Ⅷ-25 캠코더

과학과 수학

자연을 탐구하는 과학은 수학을 언어로 사용한다. 그리고 과학의 영향으로 수학이 크게 발전한 경우도 많다. 전기와 자기의 이론적 설명에는 수학의 도움을 많이 받아야 하며, 컴퓨터를 활용한 과학은 무리수의 계산이나 복잡한 함수, 통계 등을 정리하는 데 도움을 주었다.

기상 예보는 과학으로 미래를 내다보는 산업으로서, 앞으로도 발전 가능성이 매우 높다. 기상 예보를 하기 위해서는 기온과 기압, 습도, 바람 등 예보에 필요한 다양한 정보를 종합해야 한다. 하지만 과거에는 계산이 워낙 복잡하여 결과를 구하려면 몇 년이나 걸릴 정도였다.

그러나 1950년대에 컴퓨터가 등장하면서 계산에 의한 기상 예보가 가능해졌다. 우리가 상상조차 할 수 없는 매우 빠른 속도로 방정식 풀이가 가능해졌기 때문이다. 컴퓨터의 영향으로 수학자들은 단순한 계산 수학에서 벗어나 생각하는 수학을 가능하게 하였다.



그림 Ⅷ-27 로켓 발사

우주선을 쏘아 올릴 때에도 과학, 기술, 공학, 수학 등이 밀접하게 융합되어야 한다. 우주선의 운동과 궤도에 대한 정확한 계산뿐만 아니라 이와 관련된 연료의 연소, 우주선의 재질 등 매우 다양한 분야와의 협력이 필요하기 때문이다.

이처럼 오늘날의 과학은 기술, 공학, 예술, 수학 등 다른 분야와 밀접한 관련을 맺으면서 발전하고 있다.



그림 Ⅷ-28 기상청

자기 주도 학습

개념 확인하기
스마트폰으로 할 수 있는 예술 활동에는 어떤 것이 있는가?

생활 속 문제 해결하기
발레 공연을 할 때 적용될 수 있는 과학에는 어떤 것이 있는지 알아보자.

과학과 기술, 사회 연관 짓기
전기와 관련된 기술, 공학에는 어떤 것이 있는지 알아보자.

STEAM 융합

힐베르트의 23가지 문제

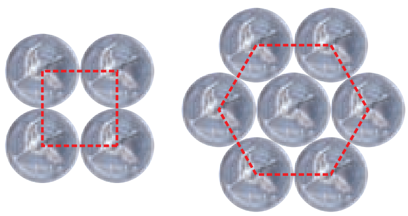
오늘날 수학은 과학뿐만 아니라 인문 과학, 사회 과학 등으로 그 영역을 넓혀 가며 거의 모든 학문과 관계를 맺고 있다. 힐베르트는 수학에서 다루고 있는 각각의 전문 분야에서 중요한 것만을 선별하여 23개의 문제를 제안하였다. 이 문제들은 각각 인류사를 거치면서 여러 분야에서 큰 발전을 이루는 데 많은 기여를 하였다. 하지만 현재의 발전에 어떻게 기여하고 있는지 하나씩 집어내기는 어렵다. 수학 이론을 응용하기 위해서는 수십 년에서 수백 년이라는 오랜 시간이 걸리기 때문이다.

다음은 힐베르트가 제시한 문제 중 다른 분야의 발전에 영향을 준 예이다.



힐베르트

공간을 최대한 채울 수 있는 방법은 무엇일까?



같은 크기의 동전 여러 개를 평평한 탁자 위에 올려놓고 이리저리 움직여 붙여 보자. 전체 공간에 대해 동전이 차지하는 공간의 비율을 가장 높게 배열하는 방법은 하나의 동전이 6개의 서로 다른 동전들로 둘러싸이도록 하는 것이다. 그리고 이 정육각형은 정삼각형으로 나눌 수 있다. 즉, 평면을 완전하게 채울 수 있는 가장 간단한 도형은 정삼각형이다.

이와 같은 이론은 원자 결정체의 구조를 이해하는 데 도움을 주고, 더 나아가 경제 이론, 디자인, 건축학에도 응용되고 있다. 1972년 독일의 뮌헨 올림픽 경기장과 2008년 베이징 올림픽 수영 경기장인 워터큐브 역시 이 원리를 응용하여 만들어졌다.

※ 힐베르트(Hilbert, D. ; 1862~1943)는 독일의 수학자이다. 1900년 프랑스 파리에서 열린 국제 수학자 회의에서 수학의 발전 방향을 위해 인류 문명의 발전에 기여할 것으로 예상되는 23개의 문제를 제시하였다.

워터큐브



1-3 첨단 과학과 미래 생활



학습 목표

- 과학의 발전 과정을 말할 수 있다.
- 미래 생활에 영향을 줄 첨단 과학을 근거를 들어 제시할 수 있다.

하늘을 나는 자동차, 우주여행, 냉동 인간 등 영화 속에서나 볼 수 있는 장면들이 현실화될 수 있을까?

뉴턴은 “만일 내가 다른 사람들보다 조금 더 멀리 볼 수 있었다면, 그것은 내가 거장들의 어깨 위에 서 있었기 때문일 것이다.” 라고 말하였다. 또 아인슈타인은 “상상은 지식보다 중요하다.”라고 말하였다. 두 과학자의 말은 과학 기술의 발전 과정을 핵심적으로 표현한 것이다.

과거에 상상으로만 그쳤던 영상 통화가 가능한 휴대 전화가 오늘날 실현되고 있는 것처럼 지금까지 쌓아 온 과학 기술의 업적 위에 새로운 상상력이 더해지면 공상 과학 영화 속의 장면이 실현될 수도 있을 것이다. 앞으로 10년 또는 20년 후 과학 기술은 어디까지 발전해 있을까?



그림 Ⅷ-29 첨단 과학 기술_ 태블릿 PC, 친환경 신 · 재생 에너지 기술, 로봇, 식물 공장 등 과학의 발전은 인간의 생활을 더욱 풍요롭게 바꿀 것이다.

과학의 발전과 전망

1886년 칼 벤츠는 "말 없이 달리는 마차를 만들겠다."라고 하며 자동차를 만들었다. 자동차의 발명과 대량 생산으로 인류는 쉽게 먼 곳으로 이동할 수 있게 되었다. 이후 자동차는 끊임없는 개발을 통해 발전하면서 현대에 이르러서는 다양한 첨단 기술과 결합하여 효율이 더 높아졌고 세련된 디자인과 편리한 기능을 갖게 되었다.

그러나 자동차의 연료로 사용하는 화석 에너지의 고갈과 환경오염 등의 문제가 심각해짐에 따라 미래에는 수소, 바이오 디젤 등과 같은 새로운 에너지를 사용하는 자동차가 필요해질 것이다.



그림 Ⅷ-30 수소 연료 전지 버스



그림 Ⅷ-31 칼 벤츠가 만든 최초의 자동차



그림 Ⅷ-32 오늘날의 자동차

자동차의 예에서 알 수 있듯이 인류는 자연에 대한 호기심과 더 나은 생존 방식을 찾기 위하여 끊임없는 탐구를 통해 과학 기술을 발전시켜 왔다. 또한 현재의 문제점과 한계를 해결하려는 노력을 통해 새로운 발명과 발견을 이루어 내었다.

앞으로의 사회는 새로운 기술이 기존의 기술과 만나 또 다른 기술을 만들어 내는 기술 융합 현상이 두드러질 것이다. 현재에도 정보 통신, 생명 공학, 나노 기술 등의 첨단 분야에서 융합이 빠르게 일어나고 있으며, 상상 속에서나 가능했던 일들이 현실로 나타나고 있다. 또한 디지털 기술이 발전하면서 급속한 세계화가 진행되어 세계는 무한 경쟁 시대에 돌입하였다.

빠르게 진행되는 변화 속에서 과학 기술을 어떻게 발전시키느냐에 따라 미래 사회는 더 심각한 위기에 빠질 수도 있을 것이고, 인류의 희망이 될 수도 있을 것이다.

그렇다면 인류의 희망이 될 수 있는 과학 기술에는 어떤 것이 있을까?

잠깐 체크 기술과 기술이 만나 또 다른 기술을 만들어 내는 현상을 무엇이라고 하는가?

탐구 활동 미래 생활에 영향을 줄 신기술

조사, 발표

목·표

미래 생활에 영향을 줄 기술이 무엇인지 근거를 들어 제시하고 미래 생활을 예측할 수 있다.

과정

우리나라 정부에서는 2040년 무렵을 예상하여 2010년에 발표한 '과학 기술 미래 비전'을 통해 다음과 같이 네 영역에서 미래의 핵심 신기술 25가지를 선정하였다.

영역	미래의 핵심 신기술
자연과 함께 하는 세상	신·재생 에너지 기술, 고효율 에너지 기술, 폐자원 재활용 및 광물 자원 기술, 기후 변화 감시·대응 기술, 오염원 발생 방지·관리 및 생태 위해성 평가 기술, 온실기체 저감 기술
풍요로운 세상	첨단 기능 소재 기술, 제조업 생산 로봇 기술, 첨단 농업 생명 공학 기술, 신기술 융합 제조·생산 기술, 친환경 첨단 물류 기술, 지식 서비스 산업 관련 기술
건강한 세상	신개념 의약 기술, 뇌 연구 및 뇌 질환 치료 기술, 실버 산업 및 U-Health 기술, 신종 전염병 대응 기술, 유해성 물질 관리 기술, 안전한 생활 환경 구축 기술, 미래전 대비 군사 기술
편리한 세상	유비쿼터스 컴퓨팅 기술, 새로운 미디어 콘텐츠 기술, 가상 현실 기술, 서비스 로봇 기술, 안전하고 쾌적한 공간 개발 기술, 새로운 운송 수단 기술

결과

1 위의 신기술 중 한 가지를 정하여 신기술의 필요성과 특징, 원리, 미래 우리 생활에 미칠 영향 등을 다양한 관점에서 근거를 들어 조사해 보자.

2 신기술로 인류의 미래 생활이 어떻게 달라질지 조사한 자료를 발표하고, 미래 생활을 예측해 보자.

해석 창의·인성

신기술로 달라질 미래 생활을 상상하여 그려 보자.

첨단 과학은 미래에 우리가 직면할 환경 문제를 해결하고 풍요롭고 건강하며 편리한 세상을 구현하는 원동력이 된다. 첨단 과학이 미래에 어떤 역할을 하게 될지 알아보자.

첨단 과학과 깨끗한 생활

인류는 과학 기술을 발전시켜 왔지만 에너지의 과도한 사용과 자원의 무분별한 개발로 심각한 환경오염과 기후 변화, 생태계 파괴 등의 문제를 초래하고 있다. 이러한 문제점을 해결하고 지속 가능한 발전을 위해서는 자연과 더불어 살아가는 기술이 필요하다.

점점 고갈되어 가는 화석 에너지와 환경 문제를 해결하기 위하여 세계 각국에서는 태양광, 풍력, 수소 연료 등과 같은 친환경적인 신·재생 에너지 기술을 개발하고 있다. 탄소 배출이 없거나 에너지를 자급자족하기 위한 고효율 에너지 기술, 생활 폐기물을 자원으로 탈바꿈시키는 폐자원 재활용 기술, 기후 변화에 따른 재해를 사전에 방지하고 대비하는 기후 변화 감시·대응 기술과 이산화 탄소 발생 원인을 줄이고 탄소 배출을 관리하기 위한 온실기체 저감 기술 등은 인류가 개발해야 할 미래의 중요한 신기술이다. 또한 깨끗한 자연을 유지하거나 오염된 자연을 살리기 위한 오염원 발생 방지 및 관리 기술도 매우 중요하다.



그림 Ⅷ-33 풍력 발전

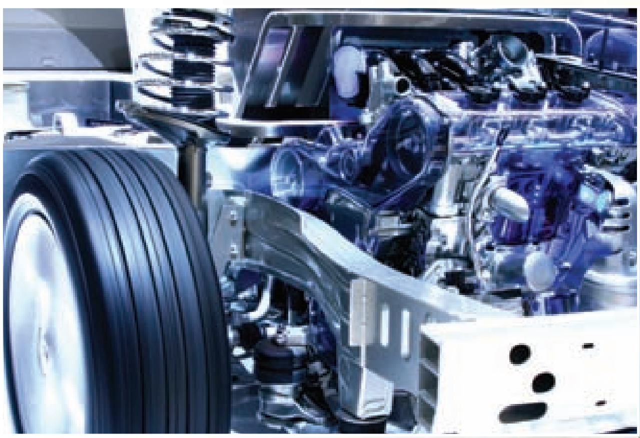


그림 Ⅷ-34 수소 연료를 이용한 자동차의 내부



그림 Ⅷ-35 태양광 발전

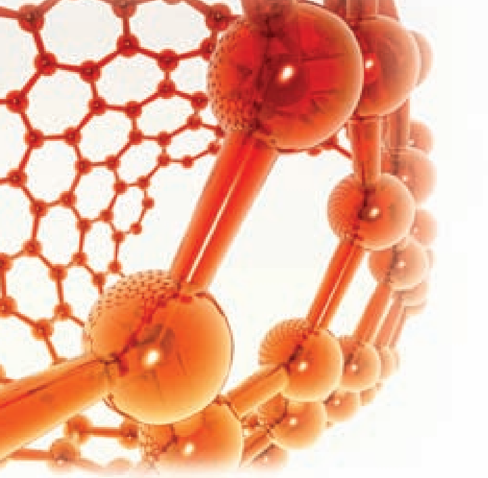


그림 Ⅷ-36 탄소 나노튜브_ 탄소 원자들이 육각형 벌집 모양으로 결합되어 관 모양을 이루고 있는 신소재이다.

첨단 과학과 풍요로운 생활

21세기 초반에 나타난 전 세계적인 고령화는 생명 과학의 발전으로 더욱 급속도로 진행되고 있다. 고령화는 경제 활동 인구를 감소시켜 국가 발전의 장애 요소가 될 수도 있다. 이러한 문제를 해결하고 더욱 풍요로운 세상을 만들기 위한 첨단 기술에는 어떤 것이 있을까?

나노 기술로 대표되는 첨단 기능 소재 기술은 에너지, 환경, 정보 전자, 생명 의료 분야 등에서 이미 상당한 수준에 도달하고 있다. 출산 인구 저하와 노령 인구의 증가로 부족해진 노동력은 로봇이 대체할 수 있는데, 여기에 필요한 기술이 생산 로봇 기술이다. 첨단 농업 생명 공학 기술은 개인별 맞춤형 농작물 생산과 도심 농장을 가능하게 하고, 신기술 융합 제조 · 생산 기술을 통해 고부가 가치의 다품종 소량 생산과 내구성이 더 강해진 제품의 생산도 가능하게 된다. 친환경 고효율의 대량 화물 운송, 무인 자동 배송 시스템 등을 위한 친환경 첨단 물류 기술 또한 노동력을 대신하기 위해 필요한 기술이다. 웹을 기반으로 한 지식 시장의 활성화, 인공 지능형 정보 검색을 돕는 지식 서비스 산업 관련 기술도 풍요로운 생활을 실현하는 데 중요한 핵심 기술이다.



그림 Ⅷ-37 로봇 팔



그림 Ⅷ-38 무인 전철



그림 Ⅷ-39 도심의 식물 공장

첨단 과학과 건강한 생활

사람은 누구나 건강하고 안전하게 생활하기를 희망한다. 그렇게 되기 위해서는 주요 질병에 대한 진단과 치료 기술들을 확보하고 생활 안전은 물론 재해, 재난으로부터 안전해야 하며, 테러 및 전쟁으로부터도 안전한 사회를 구현할 수 있어야 한다.

미래에는 생명 공학과 의료 공학의 융합으로 개인 맞춤형 질병 예방과 치료가 가능해질 것이다. 또 인공 장기의 보편화로 장애인 비율은 감소하고 수명은 획기적으로 증가하게 될 것이다. 이와 관련된 기술을 신개념 의약 기술이라고 한다. 정신 질환 및 노인성 질환 치료는 뇌 연구 및 뇌 질환 치료 기술을 통해 해결될 것으로 전망되며, U-Health 기술을 통한 원격 수술, 나노미터 크기의 로봇에 의한 질병 치료, 실버 산업을 통한 의료 및 건강 서비스 등은 고령화 사회에서도 건강한 삶을 사는 데 도움을 줄 것이다.

그 밖에도 신종 전염병 대응 기술, 새로운 유해성 물질에 대한 관리 기술, 안전한 생활 환경 구축 기술, 전쟁을 사전에 예방하는 미래전 대비 군사 기술 등도 건강하고 안전한 생활을 하는 데 꼭 필요한 기술들이다.



그림 Ⅷ-40 인공 심장_ 독자적으로 심장의 기능을 수행할 수 있다.

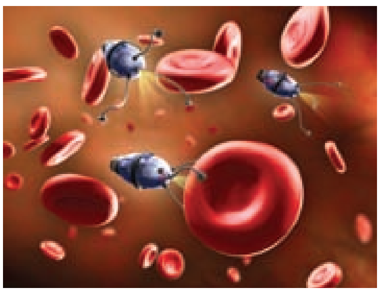


그림 Ⅷ-41 나노 로봇_ 나노미터 크기의 로봇으로서, 혈관 속을 떠다니며 질병을 치료하는 데 이용할 수 있다.



그림 Ⅷ-42 U-Health_ 보건 의료와 정보 통신을 연결하여 언제 어느 곳에서나 진단, 치료, 예방, 사후 관리의 보건 의료 서비스를 받을 수 있는 원격 의료 서비스이다.

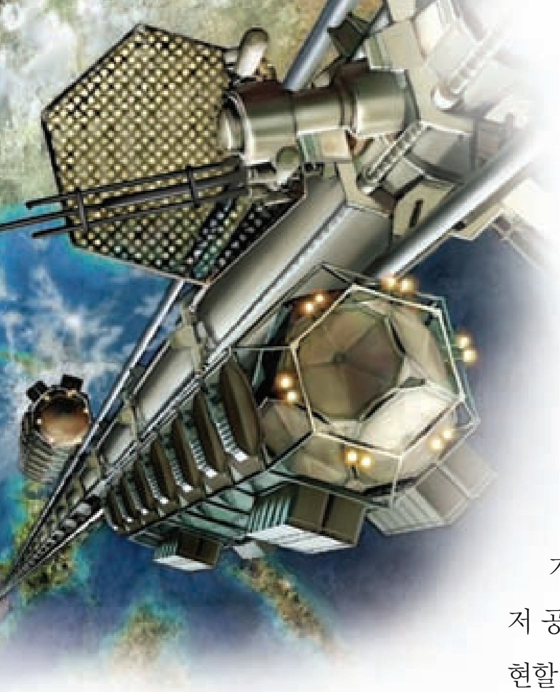


그림 Ⅷ-43 로봇 수술_ 원격 조종 장치로 로봇을 조종하여 시행하는 수술 방법이다.

첨단 과학과 편리한 생활

미래 사회는 현실 공간과 사이버 공간이 융합되고 무선 네트워크와 인공 지능 기술이 디지털 기술과 결합하여 생활이 획기적으로 편리해질 것으로 예측된다.

유비쿼터스 컴퓨팅 기술은 개인용 휴대 기기를 이용하여 가정의 모든 기기가 원격으로 작동하고 로봇과 가상 아바타를 작동시켜 자신을 대신하여 업무를 처리할 수 있게 해 준다. 새로운 미디어 콘텐츠 기술과 가상 현실 기술을 통해 교통 정보, 기후 정보, 환경 정보 등을 초고속으로 제공받거나 해저 공간 체험, 우주 엘리베이터를 통한 우주 여행 등 현실에서는 불가능한 일을 구현할 수 있을 것이다.



⊙ 그림 Ⅷ-44 우주 엘리베이터 상상도

또한 서비스 로봇 기술의 발전으로 가사나 학습 도우미 로봇 등의 보급이 확대될 것이다. 안전하고 쾌적한 공간 개발 기술로 지상 1,000 m 이상의 친환경 첨단 건물의 등장이 가능해질 것이며, 자기 부상 열차, 진공 터널을 이용한 고속 물류 운송 튜브망 등 새로운 운송 수단 기술로 사람과 화물이 더욱 빠르고 효율적으로 이동할 수 있을 것이다.

⊙ 그림 Ⅷ-45 미래 도시의 상상도



자기 주도 학습

개념 확인하기	생활 속 문제 해결하기	과학과 기술, 사회 연관 짓기
건강한 생활을 위해 필요한 미래 신기술에는 어떤 것들이 있는가?	생명 과학의 발전으로 수명이 연장되었을 때 발생하는 문제점에는 어떤 것이 있을까?	첨단 과학 기술과 관련된 대학의 학과에 대해 알아보자.

STEAM 융합

생명의 마술, 생명 공학자

생명 공학은 생명의 원리를 이용하여 응용 기술을 창출하려는 새로운 산업 분야를 말한다.

생명 공학은 농업에서의 품종 개량과 유전 공학 등에 뿌리를 두고 있다. 관련 기술로는 유전자 조작, 생물 복제, 줄기세포, 생체 조직 재생 등이 있다.

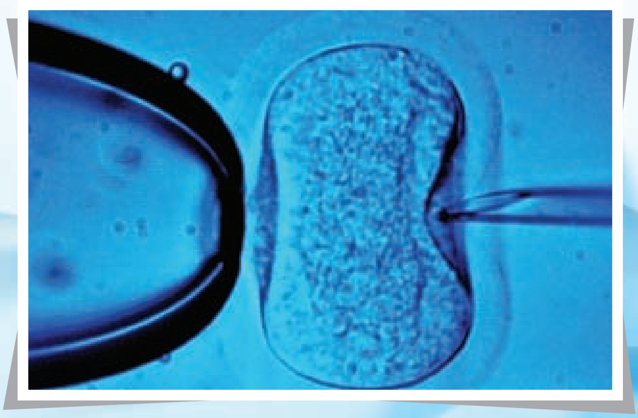
유전자 재조합 기술을 이용하면 인체에는 극히 미량밖에 만들어지지 않는 물질을 대량으로 생산할 수 있다. 이 기술로 만들어진 당뇨병 치료제인 인슐린과 항암 물질인 인터페론 등은 이미 상용화되었다.



조직 배양으로 품종을 개량하는 모습

또 최근에는 생명 과학 기술을 이용하여 각종 형질 전환 동물을 만들고 있다. 2009년 9월에는 장기 이식 시 면역 거부 반응을 방지할 수 있는 인간의 유전자를 두 개 가진 형질 전환 복제 돼지 '복마니'가 태어났다. 따라서 앞으로 난치병으로 고통받는 환자들에게 효능이 높은 치료제나 치료용 이식 장기를 공급함으로써 더욱 많은 환자가 혜택을 볼 수 있을 것으로 기대된다.

생명 공학은 생명 과학에 근본을 두고 있으므로 생명 공학자가 되기 위해서는 이들 영역에 대하여 깊이 있게 전공하는 것이 필요하다. 또 생명 공학은 생명 과학을 바탕으로 여러 가지 학문이 복합적으로 결합되어 있으므로 연구자들은 여러 분야에 대하여 열린 마음을 가져야 한다. 실제 생명 공학에 종사하는 대부분의 연구자는 실험실이라는 특수한 곳에서 대부분의 시간을 보내며 끊임없이 실험과 분석 과정을 반복하므로 정확한 분석력과 본인의 업무에 대한 열정이 필요하다.



핵이식



복마니



1-4 과학이 우리 생활에 미치는 영향

학습 목표

- 과학이 사회와 문화 예술, 환경 등 우리 생활에 끼치는 영향을 설명할 수 있다.

과학과 기술이 발달하면서 인류의 활동 영역은 매우 넓어졌다. 곳곳에 건설된 도로는 우리를 몇 시간 안에 어느 곳이나 편히 갈 수 있게 해 준다. 하지만 사람이 빠르고 편리하게 다니기 위해 만든 길 때문에 동물들은 생활 영역이 가로막히고 심지어 도로를 가로질러 가다가 죽기도 한다. 사람이 좀 더 빠르게 다니기 위해 만든 도로가 그곳을 지나가는 동물들에게는 죽음의 도로인 셈이다.

사람과 동물이 공존하기 위해서는 어떻게 해야 할까?

과학의 발전은 우리 생활을 매우 풍요롭고 편리하게 해 주지만 그에 따라 사회, 문화, 환경 등 여러 분야에서 많은 문제점이 나타나고 있다. 이러한 문제들을 살펴보고 그 해결 방법을 생각해 보자.



그림 Ⅷ-46 생태 육교_ 동물들이 다닐 수 있도록 만든 생태 육교는 동물들과 사람들이 공존하기 위한 역할을 하고 있다.

탐구 활동 과학이 사회와 문화 예술, 환경에 미치는 영향 토론

목·표

과학이 사회와 문화 예술, 환경에 미치는 영향을 알아보고, 과학적 이해를 바탕으로 의사 결정을 할 수 있다.

⚠ 유·의·점

자신의 입장만 주장하지 말고 상대방의 주장에도 귀를 기울여 합리적인 의사 결정을 할 수 있도록 한다.

과정

❶ 다음은 유전자 변형 작물에 대한 기사이다.

> 유전자 변형 작물은 생물체의 유전자 중 필요한 유전자를 인위적으로 분리·결합하여 개발자가 목표로 한 특성, 즉 제초제 및 병해충 저항성, 저장성 향상, 고영양 성분 함유 등을 갖도록 한 농산물이나 식품을 말한다.
>
> 유전자 변형 작물의 대표적인 예로는 뿌리에는 감자가 열리고 열매에는 토마토가 열리게 하거나, 병충해에 강한 식물의 유전자를 다른 식물에 주입하여 재배하는 것 등이 있다. 유전자 변형 작물은 수확량 증대, 품질 향상 등의 장점이 있는 반면, 인체 및 환경에 대한 잠재적 위해성 논란도 제기되고 있다.

❷ 다음은 유전자 변형 작물에 대한 긍정적인 의견과 부정적인 의견이다.

〔긍정적인 의견〕
- 농부: 유전자 변형 작물은 해충에 대한 저항성이 강해서 농약을 많이 쓰지 않아도 됩니다. 따라서 농사 짓는 데 힘이 훨씬 덜 들고 작물의 수확량이 많아져서 좋습니다.

〔부정적인 의견〕
- 소비자: 유전자 변형 작물이나 식품을 먹어도 아무런 해가 없는 것인지를 소비자들이 알 수 있도록 더 정확한 자료를 제공하기 전까지는 안심할 수 없습니다.

결과

1 유전자 변형 작물에 대한 각자의 입장을 정리하여 이 작물의 도입을 찬성할지 반대할지 정하고, 그렇게 결정한 이유를 적어 보자.



2 위의 기사 외에 다른 여러 가지 첨단 과학에 대해 떠오르는 긍정적인 단어와 부정적인 단어들을 적어 보자.

해석 창의·인성

과학이 발전하면서 사회, 문화 예술, 환경 등 여러 분야에서 문제점이 나타나고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 어떤 노력을 해야 할 지 토론해 보자.



그림 Ⅷ-47 인터넷으로 많은 정보를 쉽게 얻을 수 있다.

과학이 우리에게 미치는 영향

우리가 살아가는 사회는 과학 기술의 발전과 함께 성장해 왔지만, 그와 함께 여러 가지 문제가 발생하기도 한다.

우리는 인터넷을 이용하여 정보를 빠르게 주고받고, 여러 가지 필요한 자료를 쉽게 활용할 수 있게 되었다. 예를 들어 전자 우편이나 온라인 대화를 통해 지구 어느 곳에 있든지 서로 의견을 교환할 수 있고, 전자 상거래를 통해 원하는 물건을 빠르게 구입할 수 있다. 최근에는 스마트폰으로도 인터넷을 이용할 수 있어 그 활용 범위가 점점 넓어지고 있다.

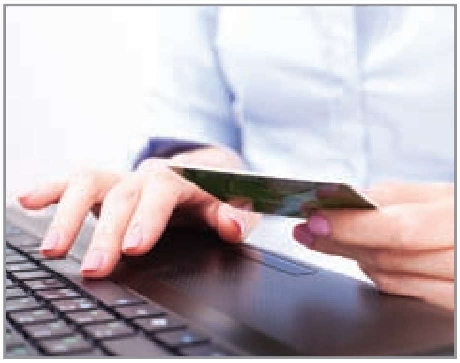


그림 Ⅷ-48 전자 상거래



그림 Ⅷ-49 위성 위치 확인 시스템(GPS)

하지만 인터넷의 발달은 익명성이 악용될 가능성이 있고, 개인주의가 만연해질 수 있다. 이 밖에도 바이러스의 유포, 불법 다운로드 등 많은 문제가 발생하고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 공동체 문화를 살리고, 인터넷이나 SNS 등을 건전하게 이용하는 것이 필요하다.

개인의 위치를 파악할 수 있는 위성 위치 확인 시스템(GPS)은 자동차, 스마트폰 등에 널리 이용되고 있지만, 개인의 사생활 침해 등의 문제를 낳고 있다. 또 유전자 변형 작물이나 유전자 조작 기술 등 과학 기술의 발전은 여러 분야에서 사회적 쟁점이 되기도 한다.

그림 Ⅷ-50 유전자 조작 기술로 만들어진 생물



과학은 우리의 생활뿐만 아니라 문화 예술에도 많은 변화를 가져왔다. 과학의 발달로 영화, 음악, 인터넷 게임을 비롯한 문화 예술 분야에 다양한 변화가 생겼다. 또 이러한 문화 예술을 소비하고 전달하는 매체가 발달함으로써 새로운 문화의 생성, 성장, 소멸의 순환 주기도 매우 빨라졌다.

최근 해외에서 유명해지고 있는 한류는 어느 지역의 문화 예술이 전 지구적으로 빠르게 전파해 나가는 예가 될 수 있다.

그러나 과학의 발전으로 면면히 이어져 오던 전통 문화가 소홀히 취급되고, 급기야 사라지는 전통 문화까지 생겼다.

예전의 아이들은 자치기, 널뛰기, 윷놀이, 쥐불놀이, 강강술래, 연날리기, 팽이치기, 투호 등을 하고 놀았다. 하지만 오늘날의 아이들은 컴퓨터 게임으로 시간을 보내는 경우가 많은데, 이것은 게임 중독이나 인터넷 중독 등 많은 사회적 문제를 불러일으키기도 한다.

그림 Ⅷ-51 과학과 문화의 다양성과 부작용_ 과학의 발달로 문화 예술의 전파 속도도 빨라지고, 외국 문화가 쉽게 국내로 들어오고 있다. 반면, 인터넷에 중독되는 사례가 많아지고 전통 문화가 사라지는 등 부작용도 나타나고 있다.


강강술래


인터넷 중독


널뛰기


윷놀이



그림 Ⅷ-52 아마존 밀림의 파괴

과학 기술은 인류에게 물질적 풍요와 생활의 편리함을 가져다 주었지만, 인류의 생활 터전인 지구 환경에는 많은 문제점을 발생시켰다.

예를 들어 과학의 발달에 따라 사람은 예전보다 수명이 길어졌다. 지구상의 인구는 1800년에는 약 10억 명이었으나 1900년에는 약 15억 명, 지금은 70억 명을 돌파하였다. 급격한 인구 증가로 녹지가 감소했고, 도시로 집중된 인구는 여러 가지 환경오염을 일으켰다. 산업화된 사회는 대량 생산과 대량 소비를 통한 각종 폐기물을 대량으로 방출하였으며, 그 결과 여러 가지 환경 문제가 나타났다.

한편, 현대 사회는 과거보다 더 많은 에너지를 필요로 한다. 세계의 에너지원은 대부분 화석 연료에 의존하는데, 매장량은 한정되어 있다. 화석 연료를 태울 때 나오는 배기가스는 대기를 오염시킬 뿐만 아니라 지구 온난화를 일으키는 원인이 되기도 한다. 생활 오수, 공장 폐수, 쓰레기 매립장 등에서 나오는 침출수, 광산 폐수, 농경지의 유출수 등은 수질 오염을 가중시켰다. 또 농약 살포나 화학 비료, 폐기물 매립, 광산의 폐수 등은 토양을 심각하게 오염시켰다.

이처럼 과학의 발달에 따른 환경 문제는 생물권에 좋지 않은 영향을 미칠 수 있다. 따라서 우리는 폐기물을 폐기의 대상이 아닌 자원으로 여기고 재활용 방안을 찾아야 하며, 계획적인 사용을 생활화해야 한다.

그림 Ⅷ-53 여러 가지 환경오염의 원인



과학의 발전과 우리의 자세

과학의 발전은 기술, 공학, 예술, 수학 등 거의 모든 다른 분야의 발전에 기여하고 사람들의 생활을 편리하게 해 주었다.

하지만 과학 기술의 발전에 따라 사람들은 점점 더 개인주의화되고, 우리의 소중한 전통 문화가 소홀히 취급되는 현상도 일어나고 있다. 또 자연환경의 파괴는 우리가 현재 직면한 가장 큰 문제 중의 하나이다.

따라서 우리에게는 이러한 문제를 슬기롭게 해결하려는 노력이 필요하다. 그 과정에서 미래의 신기술을 포함하여 과학이 담당해야 할 역할도 갈수록 커지고 있다. 특히 인류의 지속 가능한 발전을 위한 노력을 게을리하지 말아야 한다.

우리나라의 과학 기술은 전 세계의 무한 경쟁 시대에 대비하여 구체적인 준비가 필요하다. 예를 들어 새로운 영역을 개척하기 위한 창조적이고 선도적인 연구 개발이 확대되어야 하고, 과학 기술 인재를 육성하기 위한 노력과 국제적인 협력 사업에 대한 적극적인 참여가 필요하다. 또한 국민의 행복이나 사회 문제 해결에 기여하고, 국민들이 일상에서 즐길 수 있는 과학 문화 프로그램의 확충과 새로운 문화 창출을 주도하는 것도 과학 기술이 담당해야 할 역할이라 할 수 있다.

자기 주도 학습

개념 확인하기
과학이 우리 생활에 미치는 긍정적인 면을 말해 보자.

생활 속 문제 해결하기
과학으로 발생한 문제를 과학으로 해결한 예를 찾아보자.

과학과 기술, 사회 연관 짓기
우리 주변에서 과학의 발전이 다른 분야에 미치는 영향을 찾아보자.



그림 Ⅷ-54 재활용 분리 수거_ 자원을 재활용함으로써 자연환경의 오염을 막고, 소중한 지구를 보호하는 데 앞장설 수 있다.

대단원 마무리

Ⅷ. 과학과 인류 문명

개념 정리하기

❶ 원시 시대에 (㉠)의 발견은 인류에게 큰 기술 혁신을 가져왔으며, (㉡)(으)로 만들어진 도구를 이용하면서 생산력이 증가하고 사회 구조도 크게 바뀌었다.

❷ 태블릿 PC나 (㉢)을/를 기반으로 하여 전자책, 어학, e-러닝 서비스, 디지털 교과서 등 다양한 방법으로 스마트 기기가 교육 현장에 이용되고 있다.

❸ 고체와 액체의 중간 상태에 있는 물질로서, 온도나 자기장에 의해 다른 색깔을 나타내는 신소재를 (㉣)(이)라고 한다.

❹ 과학은 기술, (㉤), 수학, 예술과 통합하여 자동차나 인터넷 등 우리 생활에 이용되고 있다.

❺ 미래에는 생명 공학과 (㉥)의 융합으로 개인 맞춤형 질병 예방과 치료가 가능하고, (㉦)의 보편화로 장애인 비율이 감소하고 수명은 획기적으로 연장될 것이다.

❻ 의료 및 식량 생산 등의 분야에서 핵심 기술인 (㉧) 재조합은 유전자 조작 때문에 다른 분야에서 사회적 쟁점이 되기도 한다.

개념 적용하기

1 현수는 외국으로 출장 가신 아버지와 휴대 전화의 화면을 보면서 통화를 한다. 이처럼 세계 어느 곳에 있는 사람과도 연락을 쉽게 할 수 있게 된 첨단 기술의 발전에는 어떤 것이 있는지 쓰시오.

2 다음 내용과 가장 관련이 깊은 과학 기술로 옳은 것은?

> 구부러지거나 얇게 펼 수 있는 성질을 이용하여 기존의 돌이 가지고 있던 단점을 보완하게 되어 농산물의 생산력을 향상시키고, 인류 문명의 발전에 크게 기여하였다. 또한, 건축 구조물의 탄탄한 기초로 사용되며, 고층 건물의 건축도 가능하게 되었다.

① 불의 사용　② 금속의 이용
③ 현미경의 발명　④ 증기 기관의 발명
⑤ 트랜지스터의 발명

3 다음 중 로봇 기술을 사용할 때의 좋은 점이 <u>아닌</u> 것은?

① 사람보다 더 빠르게 작업을 할 수 있다.
② 사람보다 더 창의적으로 작업을 할 수 있다.
③ 사람보다 더 높은 정확도로 작업을 할 수 있다.
④ 단조로운 반복 작업을 효율적으로 할 수 있다.
⑤ 사람이 직접 하기에 위험한 일을 대신할 수 있다.

4 다음 중 화석 에너지의 고갈과 환경 문제를 해결하기 위한 첨단 기술로 보기 어려운 것은?

① 신 · 재생 에너지 기술
② 온실기체 저감 기술
③ 폐자원 재활용 기술
④ 기후 변화 감시 · 대응 기술
⑤ 신개념 의약 기술

개념 적용하기

5 다음과 가장 관련이 깊은 첨단 과학 기술로 옳은 것은?

> 물질 안에 마이크로 캡슐과 촉매를 넣으면 외부 충격으로 캡슐이 깨졌을 때 내용물이 흘러나와 촉매와 반응한다. 이 화학 반응으로 만들어진 물질이 균열을 메우면서 접착제 역할을 하여 자동적으로 보강된다. 이 기술을 콘크리트에 적용하면 물속에 잠겨 있는 다리의 기둥에 균열이 생겨도 일정 시간이 지나면 마이크로 캡슐과 촉매 반응으로 만들어진 새 콘크리트가 틈에 스며들어 단단해진다.

① 환경 공학 기술 ② 생명 과학 기술
③ 전자 과학 기술 ④ 신소재 과학 기술
⑤ 정보 통신 과학 기술

6 그림의 첨단 과학 기술 기기로 편리해지는 우리 생활의 모습과 거리가 먼 것은?



① 이동 중에 다양한 자료들을 정리할 수 있다.
② 디지털 교과서 보급으로 학생들의 가방이 가벼워진다.
③ 물질을 분석하고 몸속 영상을 더 정확하게 확인할 수 있다.
④ 언제든지 자신이 원하는 곳에서 원하는 학습을 할 수 있다.
⑤ 학교에서 일어나는 다양한 행사가 이동형 중계기로 중계되어 학부모가 실시간으로 확인할 수 있다.

개념 응용하기

과학 글쓰기

1 인터넷의 발달로 인한 부작용에는 어떤 것들이 있는지 쓰고, 이를 해결하기 위한 방안을 서술하시오.

과학 글쓰기

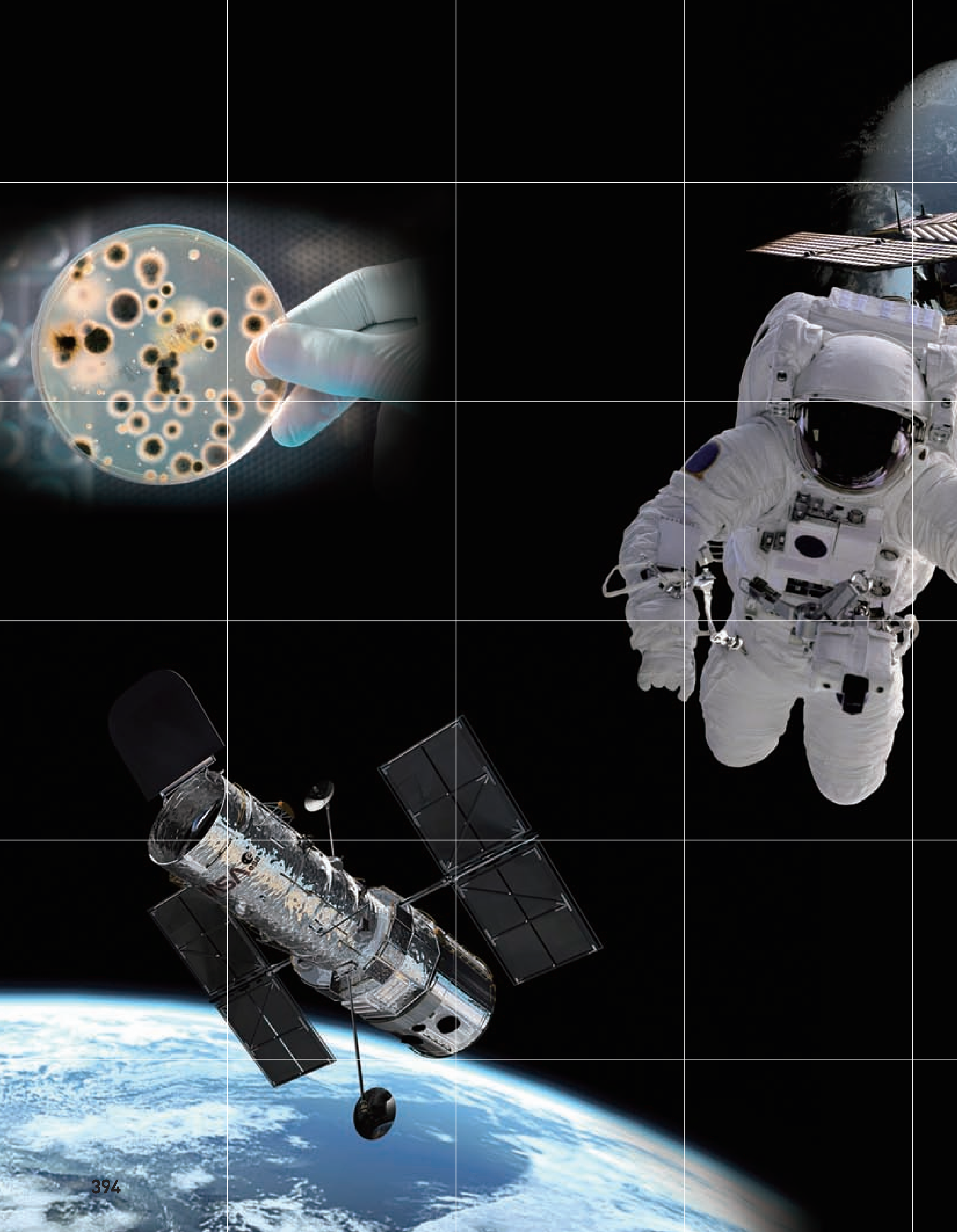
2 첨단 과학 기술이 발전하게 되면 사람들은 한 층 더 편안하고 편리한 삶을 살아갈 수 있게 될 것이다. 이러한 생활을 하기 위해서 필요한 첨단 과학 기술에는 어떤 것들이 있는지 설명하시오.

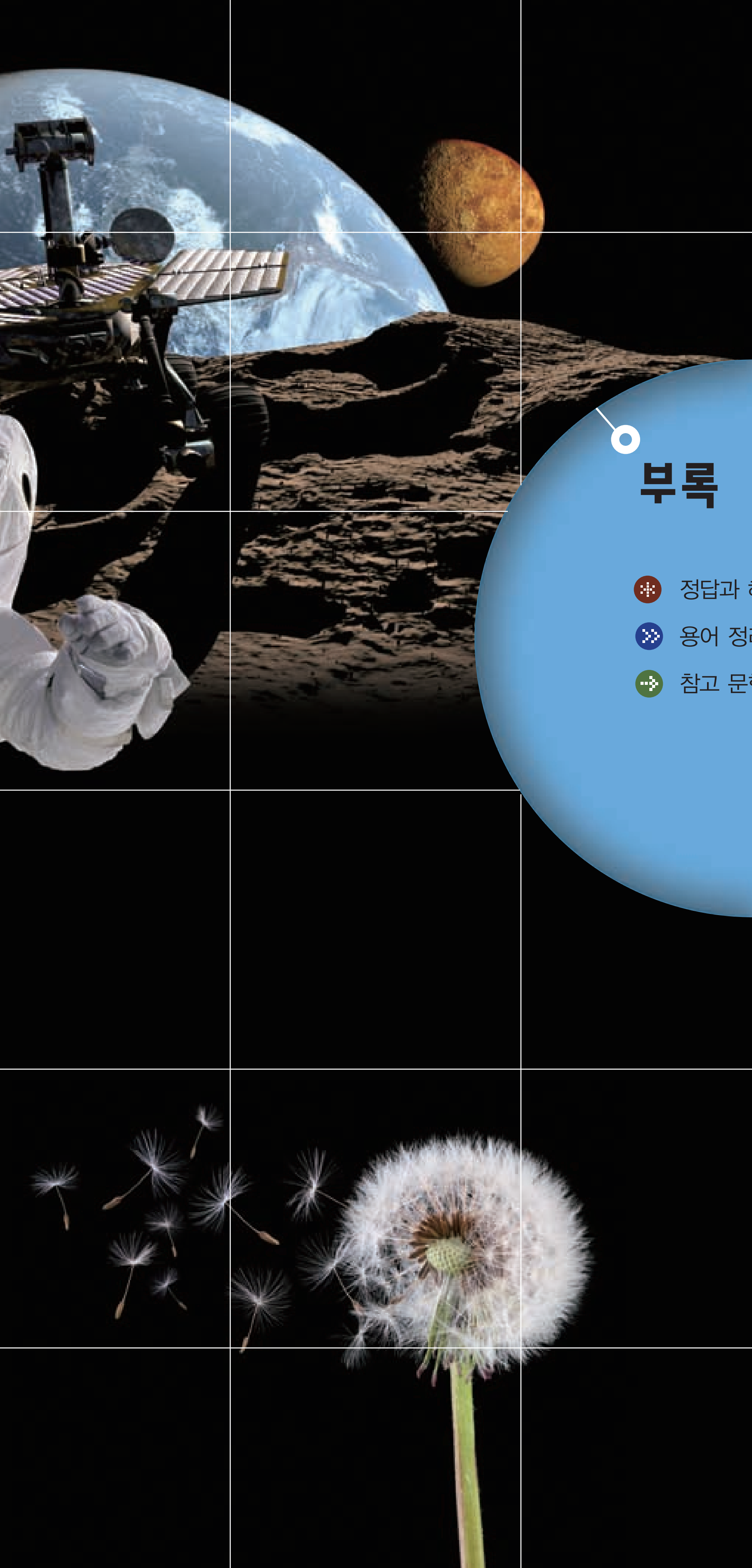
과학 글쓰기

3 무선 네트워크 기술과 인공 지능 기술을 바탕으로 한 유비쿼터스 컴퓨팅 기술에 의해 변하게 될 미래 세상은 어떤 모습일지 서술하시오.

창의·인성 키우기

4 산이 많은 우리나라는 주거 공간과 산업 용지를 확보하는 데 어려움이 많다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 어떤 기술이 필요할지 쓰고, 이를 통해 미래에 등장하게 될 생활 공간의 모습에 대하여 서술하시오.





부록

- 정답과 해설
- 용어 정리와 찾아보기
- 참고 문헌과 사진 출처

정답과 해설



I 전기와 자기

자기 주도 학습 ······ 19쪽

● 개념 확인하기

(−)대전체를 금속판에 가까이 가져간 상태에서 손가락을 금속판에 접촉시킨 후 손가락과 (−)대전체를 동시에 멀리 치운다. 그러면 금속판과 금속박은 (+)전하로 대전된다. 이는 금속판 가까이 가져간 (−)대전체에 의하여 전자들이 손가락으로 이동하였기 때문이다.

● 개념 응용하기

잡아당겨진 비닐 랩을 (−)전하로 대전된 검전기에 가까이 가져가면 검전기의 금속박이 더 벌어진다. 따라서 비닐 랩은 (−)전하를 띠고 있다.

● 과학과 생활 연관 짓기

정전기의 발생을 감소시키는 제품으로는 정전기 방지용 스프레이, 로션 등이 있다. 이러한 제품은 습도를 높여 정전기의 피해를 감소시킨다. 또한 자동차 열쇠나 정전기 방지용 매트 등은 정전기를 방전시켜 정전기의 피해를 막는다.

잠깐 체크 ······ 21쪽

전류

잠깐 체크 ······ 23쪽

전압

잠깐 체크 ······ 24쪽

저항

자기 주도 학습 ······ 25쪽

● 개념 확인하기

도체에 전류가 흐를 때 전자들은 (−)극에서 (+)극으로 이동한다.

● 생활 속 문제 해결하기

저항의 크기는 저항체의 길이가 짧을수록 작으므로 저항을 $\frac{1}{2}$만큼 잘라서 사용하면 저항의 크기도 $\frac{1}{2}$배로 감소한다.

● 과학과 기술 연관 짓기

초전도 현상이란 어떤 물질이 특정한 조건에서 물질의 전기 저항이 완전히 0이 되는 현상을 말한다. 초전도 물질은 자기 부상 열차, 송전선, 초전도 자석, 전동기 등 여러 분야에 응용된다.

잠깐 체크 ······ 30쪽

2배

잠깐 체크 ······ 32쪽

저항을 직렬로 연결하면 하나의 저항선이 길어진 것과 같으므로 전체 저항은 저항을 연결한 만큼 증가한다.

잠깐 체크 ······ 33쪽

20 Ω과 30 Ω의 두 저항을 병렬로 연결했을 때 전체 저항을 R라고 하면, $\frac{1}{20}+\frac{1}{30}=\frac{1}{R}$이다.

$$\frac{1}{20}+\frac{1}{30}=\frac{20+30}{20\times30}=\frac{50}{600}=\frac{1}{R}$$

$$\therefore R=\frac{600}{50}=12\,\Omega$$

자기 주도 학습 ······ 33쪽

● 개념 확인하기

옴의 법칙

● 개념 응용하기

여러 가지 물체에 같은 전압을 걸어주어도 전류가 다르게 흐르는 이유는 물질마다 저항이 다르기 때문이다.

● 생활 속 문제 해결하기

하나의 콘센트에 여러 개의 전기 기구를 병렬로 연결하면 전체 저항이 감소한다. 저항이 감소하면 전류가 많이 흐르게 되어 도선에 열이 발생하여 화재가 일어날 수 있다.

잠깐 체크 36쪽

선풍기, 세탁기, 엘리베이터 등 전동기가 사용되는 전기 기구는 전기 에너지를 역학적 에너지로 전환시킨다.

잠깐 체크 38쪽

1시간은 3,600초이므로 다음과 같이 구할 수 있다.
$1\ \text{Wh}=1\ \text{W}\times3{,}600\ \text{s}=3{,}600\ \text{W}\cdot\text{s}=3{,}600\ \text{J}$

자기 주도 학습 38쪽

개념 확인하기

소비 전력 $P=VI$이므로 $P=220\ \text{V}\times0.5\ \text{A}=110\ \text{W}$이다.

생활 속 문제 해결하기

일반적으로 다리미와 같은 전열 기구는 소비 전력이 크고 소형 가전 제품은 소비 전력이 작다.

과학과 생활 연관 짓기

발광 다이오드(LED)는 전력 소비량이 낮고 에너지 효율이 높다. 또한 외부 충격에 강하고 안전하며, 수명이 길다. 인체에 해로운 물질을 사용하지 않아 친환경적이다. 이러한 발광 다이오드(LED)는 디지털 벽시계, 손목시계, 텔레비전, 교통 신호등, 디스플레이 화면, 각종 조명 시스템 등에 매우 다양하게 이용된다.

잠깐 체크 44쪽

자기력선_ 자기력선은 자침의 N극이 가리키는 방향을 연속으로 이은 선이다.

잠깐 체크 47쪽

직선 도선에 흐르는 전류의 세기가 셀수록 자기장의 세기가 세다. 즉, 자기장의 세기는 전류의 세기에 비례한다.

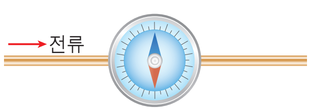
자기 주도 학습 48쪽

개념 확인하기

자기장

개념 응용하기

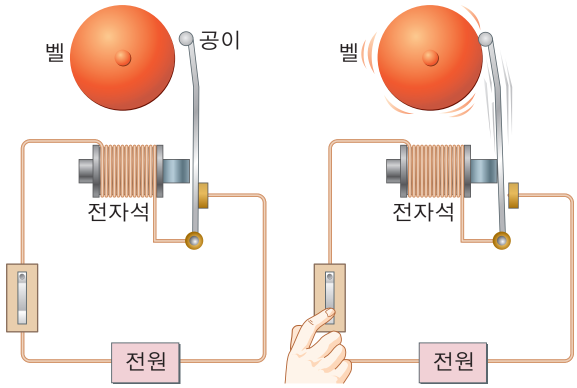
앙페르 법칙에 따라 전류의 방향과 수직인 아래 방향을 가리킨다. 이것은 전류에 의한 자기장의 모양이 도선을 중심으로 동심원 모양으로 생기기 때문이다.



생활 속 문제 해결하기

전자석은 우리 생활 주변에서 다양하게 사용되고 있다. 예를 들어 비상벨은 쇠붙이와 전자석이 들어 있는 회로로 이루어져 있는데 스위치를 닫으면 전자석이 쇠붙이를 당겨서 공이가 벨을 때리는 원리로 작동된다.

공이가 벨을 때리면 회로가 열리게 되어 전자석은 자기력을 잃는다. 이때 공이는 탄성에 의해 다시 원래 상태로 돌아가고 다시 벨을 때리는 과정이 반복된다.



잠깐 체크 52쪽

자기력

자기 주도 학습 53쪽

개념 확인하기

전류와 자기장에 각각 수직한 방향으로 힘을 받는다.

생활 속 문제 해결하기

시계의 초침도 자기장 속에 놓인 도선이 받는 힘에 의해 돌아간다. 시계를 분해해 보면 초침을 돌아가게 하는 것이 마치 전동기가 돌아가는 것과 같은 구조로 되어 있다.

과학과 기술 연관 짓기

엘리베이터 안에 있는 전동기의 회전 방향에 따라 엘리베이터가 올라가기도 하고 내려가기도 한다.

잠깐 체크 58쪽

유도 전류가 흐른다.

잠깐 체크 60쪽

코일의 운동 에너지가 전기 에너지로 전환된다.

자기 주도 학습 61쪽

개념 확인하기

도체 주위의 자기장이 변할 때 발생한다.

생활 속 문제 해결하기

유도 전류를 이용한 조리 기구인 유도 조리 장치에는 자기장을 변하게 만드는 코일이 들어 있다. 이 위에 금속으로 만든 냄비를 올려놓으면 냄비 바닥에 유도 전류가 흐르고 냄비의 저항 때문에 열이 발생한다.

과학과 기술 연관 짓기

대부분의 발전소는 유도 전류를 이용하는 발전 방식을 이용하지만, 태양광 발전기는 태양 전지를 통해 빛에너지를 전기 에너지로 직접 전환하는 방식을 이용한다.

대단원 마무리 64쪽

| 개념 정리하기 |

❶ 정전기 유도 ❷ 정전기력 ❸ 전류 ❹ 전력 ❺ 자기장 ❻ 자기력 ❼ 유도 전류

| 개념 적용하기 |

1 답 • 금속 막대의 왼쪽: (+)전하
• 금속 막대의 오른쪽: (−)전하
금속 막대에는 자유 전자가 많기 때문에 금속 막대의 왼쪽에 (−)대전체를 가까이 가져가면 금속 막대에 있던 자유 전자가 왼쪽에서 오른쪽으로 많이 이동한다. 따라서 금속 막대의 왼쪽에는 (+)전하가 유도되고, 오른쪽에는 (−)전하가 유도된다.
이때 금속 막대의 중간 부분은 (+)전하량과 (−)전하량이 같아서 중성으로 유지된다.

2 답 ②_ ① 금속판에 손을 접촉시키면 검전기에 있던 (−)전하가 손으로 이동하므로 금속박에는 (−)전하량이 작아져 금속박이 오므라든다.
② (−)대전체를 금속판에 가까이 가져가면 금속판에 있던 (−)전하가 금속박으로 밀려난다. 따라서 금속박은 더 많은 (−)전하가 모이므로 척력에 의하여 더 벌어지게 된다.
③ (+)대전체를 금속판에 가까이 가져가면 금속판에 (−)전하가 이동하므로 금속박은 (−)전하량이 작아지고 금속박은 오므라든다.
④ (−)대전체를 금속박에 가까이 가져가면 금속박에 있던 (−)전하가 금속판으로 밀려나가고 금속박은 (−)전하량이 작아지므로 금속박은 오므라든다.
⑤ 전기를 띠지 않은 금속 막대를 금속판에 접촉시키면 금속박의 (−)전하가 금속판으로 이동하므로 금속박은 오므라든다.

3 답 ㄱ−e, ㄴ−d, ㄷ−a, ㄹ−f, ㅁ−c, ㅂ−b

4 답 (1) A (2) B_ 전자는 (−)극에서 나와서 도선을 따라 (+)극으로 이동한다. 전류는 전자의 흐름을 알기 전에 과학자들이 임의로 (+)극에서 (−)극으로 흐른다고 정하였다.

5 답 니크롬선_ 같은 전압을 걸었을 때 니크롬선의 전류가 철선보다 잘 흐르지 않는다. 따라서 전류가 잘 흐르지 않는 니크롬선의 저항이 더 크다.

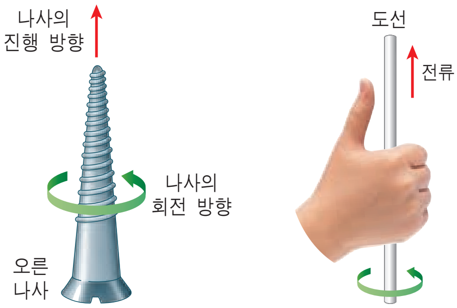
6 답 (1) 0.5 (2) 0.5 (3) 0.5
회로에서 전류의 세기는 모두 같다. 따라서 옴의 법칙을 적용하면, 전류의 세기를 구할 수 있다.
$V=IR$에서 $10\,\text{V}=I\times 20\,\Omega$, $I=0.5\,\text{A}$

7 답 (1) 1 (2) 1 (3) 2
10 Ω인 저항 2개가 병렬로 연결되어 있으므로 $\frac{1}{10}+\frac{1}{10}=\frac{1}{R}$에서 합성 저항 $R=5\,\Omega$이다.
합성 저항에 걸리는 전압은 10 V이고 $V=IR$에서 $10\,\text{V}=I\times 5\,\Omega$이므로 회로에 흐르는 전체 전류는 $I=2\,\text{A}$이다.
전체 전류는 두 전구에 똑같은 크기로 나눠서 흐르다가 합쳐지므로 전류계 A와 B는 1 A, 전류계 C는 2 A로 측정된다.

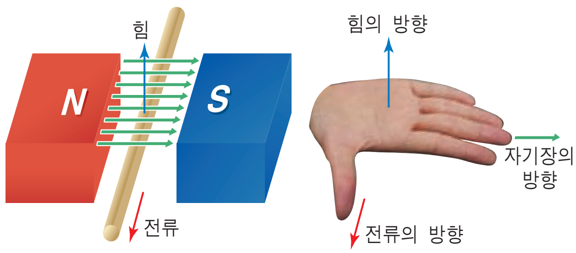
8 답 ③_ 전기세탁기에 있는 전동기는 전기 에너지를 운동 에너지로 전환한다.

9 답 ②_ 그림은 전류가 흐르는 도선이 자기장 속에 있으면 자기력을 받아서 움직이는 방향과 정도를 알아보는 실험이다. 자석 사이에 있는 도선이 자기력을 받아서 움직인다.

10 답 ④_ 전류가 흐르는 도선 주위에는 자기장이 생긴다. 따라서 나침반 A는 남쪽으로 힘을 받아 회전하고, 나침반 B는 북쪽으로 힘을 받아 회전하게 된다.



11 답 B_ 자기장 속에서 그림과 같이 전류가 흐르면 전류가 흐르는 도선은 힘을 받는다. 따라서 전류의 흐름은 B 방향이다.



12 답 ⑤_ 코일과 자석의 상대적인 운동으로 전류를 유도할 수 있다. 코일은 정지해 있고 자석을 움직이거나 자석은 정지해 있고 코일을 움직이면 전류가 유도된다. 그러나 자석을 코일 속에 정지한 상태로 두면 코일에 전류가 유도되지 않는다.

| 개념 응용하기 |

1) 풍선을 머리카락에 마찰시키면 풍선은 (－)전하를 띠게 된다. 이렇게 (－)전하로 대전된 풍선을 벽에 가까이 가져가면 풍선 쪽에 가까운 벽은 (＋)전하로 유도되어 풍선과 벽 사이에 인력이 작용하게 된다. 따라서 풍선이 벽에 달라붙게 된다.

해설 풍선의 (－)전하는 공기 중으로 서서히 방전되기 때문에 어느 정도의 시간이 지나면 풍선은 벽에서 떨어지게 된다.

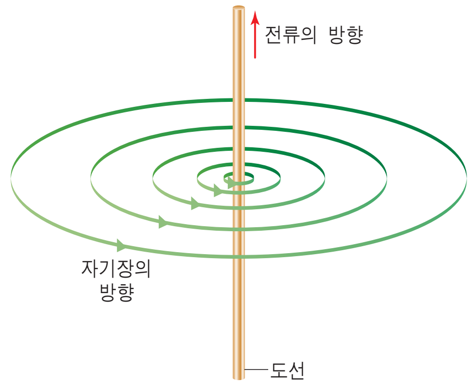
2) 예1) 전기 회로에서는 스위치를 닫는 순간 전기 기구는 일을 하게 된다. 그러나 물이 흐르는 회로에서는 펌프를 작동하는 순간 물레방아가 돌아가지 않는다.

예2) 전기 회로에서는 전기 기구를 도선의 어느 곳에 연결하여도 전기 기구를 사용할 수 있다. 그러나 물의 흐름에서는 물레방아를 설치할 수 있는 위치가 물이 떨어지는 아래쪽으로 제한되어 있다.

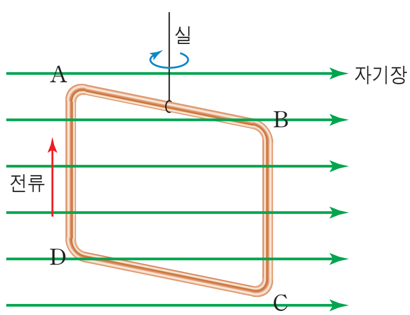
3) (1) 전류계의 저항이 매우 크면 전류가 전류계를 통과하여 흐르기 어렵다.

(2) 전압계의 저항이 매우 작으면 전류는 대부분 저항으로 흐르지 않고 저항이 작은 전압계로 흐르게 된다.

4) 전류가 흐르는 도선 주위의 자기장의 방향은 그림과 같다. 이때 자기장의 세기는 도선에서 멀어질수록 작아지므로 자기장이 센 곳은 자기력선의 간격을 좁게 그리고 자기장이 약한 곳은 자기력의 간격을 넓게 그린다.



5) 도선 AD 부분은 지면 속으로 들어가는 방향으로 힘을 받고, 도선 BC는 지면에서 나오는 방향으로 힘을 받는다. 그리고 도선 AB와 도선 CD는 자기장과 나란하므로 힘을 받지 않는다. 따라서 사각형 도선은 실 쪽에서 볼 때 시계 방향으로 회전하게 된다.



6) 마이크와 스피커는 모두 자기장 속에서 전류가 흐를 때 도선이 받는 힘을 이용한 것이다. 따라서 마이크를 소리가 나오는 단자에 꽂으면 마이크 속의 도선이 전기 신호에 따라 떨리게 된다. 마이크의 떨림판이 전기 신호에 따라 떨리게 되면 공기를 진동시켜서 소리를 들을 수 있게 된다.

Ⅱ 화학 반응에서의 규칙성

잠깐 체크 ········· 76쪽

• 물리 변화: 용해, 확산
• 화학 변화: 연소, 부식, 앙금생성

자기 주도 학습 ········· 76쪽

개념 확인하기

물리 변화는 물질의 상태나 모양, 크기는 변하지만 고유한 성질은 변하지 않는다. 그러나 화학 변화는 물질 본래의 성질이 변하여 처음 물질과는 다른 물질이 생성된다.

생활 속 문제 해결하기

과산화 수소수로 상처를 소독하면 상처 부위와 반응하여 산소 기체가 발생하는데, 산소 기체는 과산화 수소와는 다른 성질을 갖는 새로운 물질이므로 화학 변화이다.

과학과 기술, 사회 연관 짓기

수거한 고철은 가공하기 좋은 크기와 상태로 만드는 물리 변화의 과정을 거친 다음 용광로 속에서 화학 변화를 거쳐 순수한 금속 상태로 얻어져 재활용된다.

잠깐 체크 ········· 79쪽

화합

잠깐 체크 ········· 80쪽

분해

자기 주도 학습 ········· 83쪽

개념 확인하기

화합, 분해, 치환, 연소 등

생활 속 문제 해결하기

불이 날 때에는 타는 물질, 산소, 불이 날 수 있는 온도(발화점)의 세 가지 요소가 필요하다. 소화기는 이 중 산소를 차단시키고, 특수한 소화 약제로 온도를 내리는 원리를 이용한다.

과학과 기술, 사회 연관 짓기

예시_ • 철문이나 청동 조각상의 부식: 철이나 구리 합금 등의 금속이 산소와 만나 녹이 슨다.
• 금 또는 은 도금: 다른 금속의 표면에 얇은 금이나 은의 막을 입혀 금속의 부식을 방지한다.
• 불꽃놀이: 금속 원소가 연소하면서 다양한 색깔의 빛을 낸다.
• 수소 연료 자동차: 수소가 연소하면 물이 생성되어 공해가 발생하지 않는다.

잠깐 체크 ········· 91쪽

물리 변화와 화학 변화 모두 반응 전과 후에 질량이 보존된다.

자기 주도 학습 ········· 94쪽

개념 확인하기

질량 보존 법칙은 반응 전과 후에 질량이 보존된다는 것으로서, 물리 변화나 화학 변화에서 모두 성립한다. 질량 보존 법칙이 성립하는 이유는 변화가 일어날 때 물질을 이루는 분자 또는 원자의 종류나 수가 변하지 않기 때문이다.

과학과 기술, 사회 연관 짓기

우주로부터 지구로 유입되는 물질이나 반대로 지구로부터 우주로 나가는 물질의 양은 지구 전체 질량에 비하면 매우 적으므로 지구 전체의 질량은 일정하다고 할 수 있다. 그러므로 우리 주변에서 플라스틱 폐기물이 늘어나는 만큼 어디에선가 유용한 물질이 감소하고 있는 것이다.

잠깐 체크 ········· 99쪽

18 g_ 수소와 산소의 질량비가 1 : 8이므로, 수소 2 g과 결합하는 산소의 질량은 16 g이다. 따라서 질량 보존 법칙에 따라 2 g의 수소와 16 g의 산소로 이루어진 물의 질량은 18 g이다.

자기 주도 학습 99쪽

개념 확인하기

한 화합물을 구성하는 원소의 질량비는 일정하다는 것이 일정 성분비 법칙이다.

예를 들어 질산 납 수용액과 아이오딘화 칼륨 수용액을 섞으면 아이오딘화 납의 노란색 앙금이 생성된다. 이때 일정량의 질산 납 수용액에 아이오딘화 칼륨 수용액을 조금씩 가하면 아이오딘화 칼륨 수용액의 부피가 증가하면서 앙금이 점점 많이 생성된다. 그러나 아이오딘화 칼륨 수용액과 반응할 질산 납의 수용액이 부족해지면 아이오딘화 칼륨 수용액을 아무리 가해도 앙금은 더 이상 생성되지 않는다.

개념 응용하기

천연 DHA나 합성 DHA는 모두 화학적으로는 같은 물질이다. 그러므로 천연이든 합성이든 DHA를 구성하는 원소의 종류와 질량비는 일정하다.

잠깐 체크 101쪽

질소와 수소가 반응하여 생성되는 물질은 암모니아(NH_3)이다. 이 반응에서 NH_3를 N_2H_3로 나타내면 생성 물질 자체가 변하게 되므로 옳지 않다. 화학 반응식에서 계수를 맞출 때에는 물질의 성분 원소의 개수로 맞추는 것이 아니라, 분자의 개수로 맞추어야 한다.

잠깐 체크 106쪽

탄소 원자의 질량 : 산소 원자의 질량 = 3 : 8_ 탄소와 산소가 반응하여 이산화 탄소가 생성되는 반응을 나타내면 다음과 같다.

$$C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$$

이때 탄소 원자의 질량 : 산소 원자의 질량 = 3 : 4이므로, 이산화 탄소가 생성되는 반응에서의 탄소 원자의 질량 : 산소 원자의 질량 = 3 : 4×2(개) = 3 : 8이다.

자기 주도 학습 106쪽

개념 확인하기

$H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2HCl(g)$

반응 물질인 수소 기체는 화학식으로 H_2이고, 염소 기체는 화학식으로 Cl_2이다. 그리고 생성 물질인 염화 수소 기체는 화학식으로 HCl이므로, 반응 물질과 생성 물질을 각각 화살표 좌우에 배치하고 계수를 맞춘다. 반응 물질의 기체는 분자 상태로 존재하므로 생성 물질의 계수는 2가 된다. 그리고 이 반응은 기체 물질의 반응이므로, 각 물질의 상태를 괄호 안에 나타내어 준다.

개념 응용하기

반응 물질과 생성 물질 사이의 분자 수, 부피 사이의 관계를 알 수 있다.

대단원 마무리 108쪽

| 개념 정리하기 |

❶ 물리 변화 ❷ 화학 변화 ❸ 화합물 ❹ 화합 ❺ 분해 ❻ 치환 ❼ 연소 ❽ 질량 보존 법칙 ❾ 라부아지에 ❿ 일정 성분비 법칙 ⓫ 프루스트 ⓬ 화학 반응식 ⓭ $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g)$ ⓮ 2 : 1 : 2 ⓯ 아보가드로 법칙 ⓰ 기체 반응 법칙

| 개념 적용하기 |

1 답 ⑤_ 철의 부식, 김치의 발효, 음식의 부패, 머리카락의 멜라닌 세포가 줄어드는 현상은 물질 본래의 성질이 사라지고 새로운 물질이 생성되는 화학 변화이다. 그러나 좀약의 크기가 작아지는 것은 고체가 기체로 승화하는 현상으로서 물리 변화의 예이다.

2 답 ④_ 화학 변화 시에는 원자의 배열이 바뀌어 새로운 성질을 갖는 물질이 만들어진다.

3 답 ①, ④_ 강철 솜이 공기 중의 산소와 빠른 속도로 화합하여 연소가 일어나는 반응이다.

4 답 **치환**_ 질산 은 수용액의 은 이온과 구리가 서로 자리를 바꾸는 반응이다.

5 답 ④_ 과산화 수소가 분해되어 생성된 기체는 산소이다. 산소는 연소를 도와주는 조연성 기체이다.

6 답 ③_ 에탄올이 연소할 때 생성되는 기체는 이산화 탄소이다.

7 답 ③_ ㄱ은 산소와 결합하여 질량이 증가하고, ㄴ과 ㄷ은 기체가 발생하여 질량이 감소한다. ㄹ은 탄산 칼슘의 흰색 앙금이 생성되는 반응으로서 질량이 보존된다.

8 답 ③_ 철과 황이 반응할 때 철 7 g과 황 4 g이 반응하면 황화 철 11 g이 생성된다. 따라서 황화 철 33 g을 만들기 위해서 필요한 철의 양은 황화 철 11 g을 만들 때 반응한 철 7 g의 3배인 21 g이다.

9 답 (1) (나) 27 (다) 32 (2) 1 : 8 (3) **질량 보존 법칙, 일정 성분비 법칙**

(2) 수소 2 g과 산소 16 g이 반응하여 물이 생성되므로 수소의 질량 : 산소의 질량 = 1 : 8이다.

10 답 $2Mg(s) + O_2(g) \rightarrow 2MgO(s)$

11 답 ②_ 수소와 산소의 질량비는 1 : 8이고, 화학 반응식에서 계수는 반응 물질과 생성 물질의 분자 수의 비에 해당한다.

12 답 (1) $2CO(g) + O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g)$ (2) 1 : 1 (3) 2 : 1 : 2

(1) 2분자의 일산화 탄소가 1분자의 산소와 반응하여 2분자의 이산화 탄소를 생성하는 반응이다.

(2) 질량 보존 법칙에 따라 반응 전의 일산화 탄소와 산소의 질량의 합은 반응 후의 이산화 탄소의 질량과 같다.

(3) 화학 반응식에서 반응한 기체와 생성된 기체의 부피비는 각 기체 분자의 계수비와 같다.

| 개념 응용하기 |

1) 베이킹파우더의 주성분은 탄산수소 나트륨이다. 탄산수소 나트륨을 가열하면 이산화 탄소 기체가 빠져나온다. 이러한 화학 변화는 어떤 물질에서 성질이 다른 새로운 물질로 나누어지는 분해 반응이다.

2) (가)에서 발생하는 기체는 산소이고, (나)에서 발생하는 기체는 이산화 탄소이다. 산소는 물에 잘 녹지 않으므로 수상 치환으로 기체를 모으고, 이산화 탄소는 물에 잘 녹고 공기보다 무거우므로 하방 치환으로 기체를 모은다.

3) 뷰테인 가스는 상온에서 기체 상태이며, 연소시킬 때 폭발할 수 있다. 따라서 양초와는 달리 특별한 장치를 사용해서 빠져나오는 가스의 양을 조절해야 한다.

4) 대리석은 탄산 칼슘($CaCO_3$)으로 이루어져 있다. 탄산 칼슘은 산성 물질과 반응하여 물과 이산화 탄소가 생성된다. 따라서 산성비에 의해 대리석 조각이 부식될 때 이산화 탄소는 공기 중으로 날아가고 물은 씻겨 내려가면서 원래 모양과 다르게 변한다. 그러나 반응 물질과 생성 물질의 질량은 변하지 않아 질량 보존 법칙이 성립한다.

5) 그래프를 분석해 보면 마그네슘의 질량이 3 g일 때 생성되는 산화 마그네슘의 질량이 5 g이다. 이를 통해 마그네슘 3 g이 연소될 때 필요한 산소의 질량은 2 g임을 알 수 있다. 따라서 마그네슘 30 g을 공기 중에서 완전 연소시킬 때 필요한 산소의 양은 20 g이다.

6) (1) $Fe(s) + S(s) \rightarrow FeS(s)$

(2) 황화 철은 황 원자 1개와 철 원자 1개가 화합하여 생성되므로, 황과 철의 질량비가 일정하다. 따라서 일정 성분비 법칙이 성립한다.

III 태양계

잠깐 체크 118쪽

태양과 지구 사이의 거리가 매우 멀기 때문이다.

자기 주도 학습 121쪽

개념 확인하기

지구가 구형이기 때문이다. 지구가 편평하다면 북극성의 고도는 변하지 않는다. 지구가 구형이기 때문에 북반구에서 천구의 북극에 위치하고 있는 북극성의 고도는 그 지방의 위도와 같은 값으로 나타난다.

생활 속 문제 해결하기

천체의 각거리와 천체까지의 거리는 비례한다. 달은 태양보다 매우 가깝게 있는 천체이지만 두 천체의 각거리가 같아서 지구의 관측자에게는 같은 크기로 보이기 때문에 달이 태양을 가릴 수 있다.

잠깐 체크 ········· 125쪽

66.5°

잠깐 체크 ········· 132쪽

조석

자기 주도 학습 ········· 133쪽

● 개념 확인하기

일주 운동 방향은 북극성을 중심으로 시계 반대 방향이고, 1시간에 15°씩 회전한다.

● 생활 속 문제 해결하기

밀물과 썰물에 따라 강물의 수위가 달라지기 때문이다. 서해안에서 밀물이 발생하면 한강 하류 지역의 수위가 높아지므로 강물이 역류하는 현상이 나타나는데, 장마철의 많은 비와 역류 현상이 겹치면 강물의 수위가 매우 높아지면서 침수 피해 범위가 더 커진다.

● 과학과 기술, 사회 연관 짓기

남향의 집은 실내에서 많은 시간 동안 햇빛을 받을 수 있다. 또 여름철에는 태양의 고도가 높아서 햇빛이 집 안 깊숙이 들어오지 않기 때문에 덜 덥고, 겨울철에는 태양의 고도가 낮아서 햇빛이 집 안 깊숙이 들어오므로 실내 온도 유지에 유리하다.

자기 주도 학습 ········· 138쪽

● 개념 확인하기

쌀알무늬와 흑점

● 문제 응용하기

쌀알무늬는 태양의 광구 아래에서 일어나는 열대류 때문에 나타나는 현상으로서, 밝게 보이는 부분은 뜨거운 물질이 상승하는 곳이고, 어두운 부분은 냉각된 물질이 하강하는 곳이다.

● 과학과 기술, 사회 연관 짓기

태양풍을 근본적으로 차단하는 방법은 없으며, 강력한 태양풍이 발생했을 때 예보를 통해 피해를 최소화하는 것이 최선이다.

잠깐 체크 ········· 143쪽

행성들은 태양에서 나오는 빛을 받아 반사하는데, 이 빛이 지구로 들어와 행성을 볼 수 있다.

잠깐 체크 ········· 148쪽

태양, 행성, 위성, 왜소 행성, 소행성, 혜성, 유성체 등

자기 주도 학습 ········· 150쪽

● 개념 확인하기

태양

● 문제 응용하기

대체로 왜소 행성은 둥근 모양이고, 소행성은 일정한 모양 없이 외형이 울퉁불퉁한 모양을 하고 있다.

● 과학과 기술, 사회 연관 짓기

지구와 생성 시기가 같은 운석들을 분석하여 지구를 비롯한 태양계 행성들이 어떻게 생성됐는지를 이해하는 데 필요한 자료를 얻을 수 있다.

자기 주도 학습 ········· 158쪽

● 개념 확인하기

천체를 관측하기 위한 도구에는 쌍안경과 소형 망원경에서부터 천문대의 대형 망원경, 우주 망원경에 이르기까지 다양한 종류가 있다. 또한 관측하는 파장에 따라 광학 망원경, 적외선 망원경, 전파 망원경, 자외선 망원경, X선 망원경, 감마선 망원경 등이 있다.

● 생활 속 문제 해결하기

멀리 있는 물체를 확대하여 사진을 찍고 싶으면 카메라의 렌즈 대신 망원경의 대물렌즈를 끼워서 사용하면 되는데, 이러한 방법을 직초점 촬영이라고 한다.

● 과학과 기술, 사회 연관 짓기

천체 망원경 등 천체 관측 도구의 발명으로 인류는 맨눈으로 볼 수 없었던 천체들의 모습을 자세히 관측할 수 있었고, 이는 지구 중심설에서 태양 중심설로 우주관이 바뀌는 데 커다란 역할을 하였다. 또한 우주의 모습을 더 자세히 볼 수 있게 되면서 우주의 기원을 더욱 잘 이해할 수 있게 되었다. 관측 도구의 발달은 인공위성을 이용한 지구 관측을 가능하게 하였으며, 이는 일기 예보 등에 활용하고 있다.

대단원 마무리 ······ 163쪽

| 개념 정리하기 |

㉠ 7.2°, ㉡ 925, ㉢ 0.5°, ㉣ $2\pi L$, ㉤ 상현달, ㉥ 하현달, ㉦ 코로나, ㉧ 홍염, ㉨ 채층, ㉩ 수성, ㉪ 화성, ㉫ 토성, ㉬ 굴절 망원경, ㉭ 반사 망원경

| 개념 적용하기 |

1 답 ④

2 답 ③_ 지구가 자전하기 때문에 별의 일주 운동이 나타난다. 별의 일주 운동은 별이 북극성을 중심으로 하루에 360° 씩 시계 반대 방향으로 회전하는 운동이다.

3 답 별은 북극성을 중심으로 시계 반대 방향으로 1시간에 15°씩 회전한다._ 지구의 자전으로 별의 일주 운동이 나타나기 때문에 이와 같은 기구를 이용하면 북두칠성을 이루는 두 별이 회전한 각도를 알 수 있고 시각도 알 수 있다.

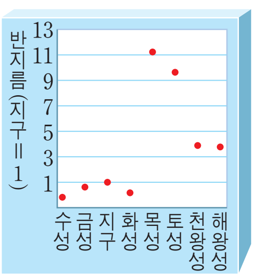
4 답 여름철

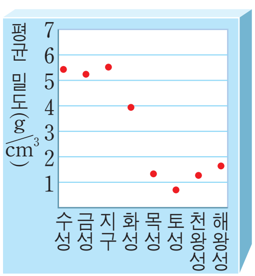
5 답 ④_ 달은 스스로 빛을 내지 못하기 때문에 햇빛을 반사하는 부분만 밝게 보인다. 달이 A의 위치에 있을 때 지구에서 달을 보면 왼쪽이 둥근 반달이 보이게 되는데, 이것을 하현이라고 한다.

6 답 B_ A는 흑점, B는 쌀알무늬이다.

7 답 (1) (가)–금성 (2) (다)–목성 (3) (나)–화성

8 답





(1) • 반지름이 작고 밀도가 큰 행성: 수성, 금성, 지구, 화성
• 반지름이 크고 밀도가 작은 행성: 목성, 토성, 천왕성, 해왕성

(2) • 수성, 금성, 지구, 화성: 질량이 작고, 고리가 없다.
• 목성, 토성, 천왕성, 해왕성: 질량이 크고, 고리가 있다.

9 답 (1) ㄱ (2) ㄴ (3) ㅁ (4) ㄹ (5) ㅂ (6) ㄷ

10 답 ㉠ 금성과 화성 사이 → 화성과 목성 사이
㉡ 공처럼 둥근 모양 → 울퉁불퉁한 모양
㉢ 가장 큰 행성 → 두 번째로 큰 행성

11 답 굴절 망원경은 볼록 렌즈로 빛을 모으고, 반사 망원경은 오목 거울로 빛을 모은다.

| 개념 응용하기 |

1) 두 지역 사이의 거리는 너무 멀지 않도록 해야 한다. 두 지역 사이의 거리가 너무 멀면 빨대의 그림자 끝이 지구 모형을 벗어나므로 정확한 각도를 구할 수 없기 때문이다.

2) B, 낮의 길이가 밤의 길이보다 길다.
해설 태양이 천구의 적도보다 가장 북쪽으로 올라와 있으므로 북반구가 가장 더운 계절이다. 이때는 태양의 남중 고도가 가장 높으므로 낮의 길이가 가장 길다.

3) 달의 자전 주기와 공전 주기가 같다.
해설 달의 모양이 변해도 표면 무늬의 위치는 변하지 않는다. 달이 지구를 공전하는 동안 같은 면이 항상 지구를 향하고 있으므로 달의 공전 주기와 자전 주기가 같다는 것을 알 수 있다.

4) 혜성의 꼬리는 태양의 반대 방향으로 뻗어 있다. 그 이유는 혜성의 꼬리를 구성하는 가스나 티끌이 태양에서 방출되는 복사 에너지의 압력에 의해, 그리고 양성자, 전자 등의 입자에 의해 태양 반대쪽으로 밀려나기 때문이다.

5) 달에서의 표면 중력은 지구의 $\frac{1}{6}$밖에 되지 않기 때문에 달에 가면 지구에서보다 더 높이 뛰어오를 수 있다.

6) 일반적으로 망원경의 주경의 지름이 클수록 상이 선명하지만 지표면에서 관측하면 대기의 움직임 때문에 상이 흐려진다. 따라서 우주 공간에서 관측하는 허블 우주 망원경이 켁 망원경에 비해 주경의 지름은 작지만 더 선명한 상을 볼 수 있다.

IV 생식과 발생

잠깐 체크 ········ 172쪽

사춘기 때는 생장 속도가 빠르지만, 어릴 때와 성인 시기에는 생장 속도가 느리기 때문에 생장 곡선이 S자형이 된다.

자기 주도 학습 ········ 172쪽

개념 확인하기

❶ 전기–중기–후기–말기

❷ 사람의 몸을 구성하는 체세포가 세포 분열을 통해 그 수를 늘리기 때문에 사람의 생장이 일어난다.

생활 속 문제 해결하기

손상된 세포를 대신할 수 있는 새로운 세포가 체세포 분열을 통해 만들어지기 때문에 상처가 아문다.

자기 주도 학습 ········ 177쪽

개념 확인하기

❶ 1회

❷ 감수 2분열의 후기

과학과 실험 연관 짓기

생식세포 분열이 진행되고 있는 시기의 백합 꽃봉오리를 채취하여 고정시켜야 한다. 백합의 경우 약 2 cm 길이의 꽃봉오리를 채취하여 고정시키면 생식세포 분열을 잘 관찰할 수 있다.

자기 주도 학습 ········ 181쪽

개념 확인하기

❶ 유전자

❷ 체세포 분열 결과 만들어진 딸세포의 염색체 수는 46개이고, 생식세포 분열의 결과 만들어진 생식세포의 염색체 수는 23개이다.

과학과 생활 연관 짓기

아버지로부터 정자가 만들어지고 어머니로부터 난자가 만들어지는데, 생식세포 분열을 통해 만들어진 생식세포는 유전적으로 다양하다. 따라서 이들의 수정에 의해 태어난 자손은 부모가 같아도 모습이 서로 다르다.

잠깐 체크 ········ 186쪽

분열법은 단세포 생물이 어느 정도 자라면 두 개의 세포로 나누어져 각각의 세포가 하나의 개체가 되기 때문에 모체와 자손의 크기가 같아 구분할 수 없다. 반면, 출아법은 몸의 일부에서 혹 같은 눈이 생겨서 어느 정도 자라면 떨어져 나가 새로운 개체가 되기 때문에 모체가 자손보다 커서 구분이 가능하다.

자기 주도 학습 ········ 189쪽

개념 확인하기

영양 생식은 모체가 가진 특성을 그대로 자손에게 물려줄 수 있어서 좋은 품종을 대량 번식시키는 데 이용한다.

과학과 생활 연관 짓기

생식세포 분열 과정은 상동 염색체가 나누어지면서 다양한 생식세포가 만들어진다. 이러한 다양한 암수의 생식세포가 다시 수정하게 되므로 자손의 형질은 부모와 다르며, 형제 사이에서도 차이가 난다.

잠깐 체크 ········ 191쪽

정자는 정소에서 생성되고, 난자는 난소에서 생성된다.

자기 주도 학습 193쪽

개념 확인하기

❶ 부정소

❷ 난자의 세포질에는 수정 후 어린 배아의 세포 분열과 발생에 필요한 양분이 많이 포함되어 있기 때문이다.

과학과 생활 연관 짓기

초경의 날은 여성으로 성장해 나가는 데 가장 중요한 과정인 '초경'의 의미와 중요성을 알리고 사회적 인식을 개선하고자 대한 산부인과 의사회에서 보건 복지부, 여성 가족부, 교육 과학 기술부의 후원으로 2010년에 처음으로 제정하여 선포한 기념일이다.

대한 산부인과 의사회에서는 초경 현상을 건강하고 자연스러운 성장 과정의 한 부분으로 이해하도록 교육하며, 이를 통해 청소년들에게 건전하고 올바른 성 가치관을 심어 주고, 여성 건강의 소중함을 알리기 위한 것이라고 밝혔다.

잠깐 체크 194쪽

수란관

잠깐 체크 195쪽

수정란과 동일한 46개의 염색체를 가진다.

잠깐 체크 198쪽

중추 신경계

자기 주도 학습 199쪽

개념 확인하기

중추 신경은 수정된 후 2주가 지나면 형성되기 시작하고, 심장은 3주가 지나서 형성되기 시작하며, 팔다리는 4주가 지나서 형성되기 시작한다.

생활 속 문제 해결하기

- 규칙적으로 월경을 하다가 갑자기 월경을 하지 않는다면 임신을 생각해 볼 수 있다.
- 임신 초기에는 소변이 자주 마렵고, 소변을 보고 난 후에도 시원하지 않다.
- 임신 진단 기구를 사용하여 아침 첫 소변으로 검사를 해 본다.

대단원 마무리 202쪽

| 개념 정리하기 |

㉠ 무성 생식, ㉡ 체세포 분열, ㉢ 유성 생식, ㉣ 생식세포 분열

❶ 체세포 분열, ❷ 생식세포 분열, ❸ 염색체, ❹ 2가 염색체, ❺ 무성 생식, ❻ 유성 생식, ❼ 수정, ❽ 영양 생식, ❾ 배란, ❿ 월경, ⓫ 난할, ⓬ 착상, ⓭ 배아, ⓮ 태반, ⓯ 출산

| 개념 적용하기 |

1 답 ④_ ⓐ는 중기, ⓑ는 말기, ⓒ는 후기, ⓓ는 간기이다.

2 답 ④_ 그림은 간기를 나타낸 것이다.

3 답 ④_ 생식세포는 생식세포 분열을 통해 만들어진다.

4 답 ①_ 그림은 생식세포 분열 과정이며, 생장은 체세포 분열 결과 일어난다.

5 답 전기: ㄱ, 중기: ㄹ_ ㄱ은 전기, ㄴ은 말기, ㄷ은 간기, ㄹ은 중기, ㅁ은 후기에 나타나는 특징이다.

6 답 ①_ 아메바는 이분법, 히드라는 출아법, 곰팡이는 포자 생식으로 번식하는데, 이러한 방법은 무성 생식에 속한다.

7 답 ①_ A는 정낭, B는 요도, C는 수정관, D는 부정소, E는 정소이다.

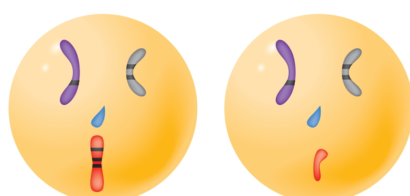
8 답 ②_ 난할 결과 각 할구가 갖는 DNA량은 변하지 않으며, 할구의 크기가 작아진다.

9 답 ②_ 태아의 탯줄 동맥에는 정맥혈이, 탯줄 정맥에는 동맥혈이 들어 있다.

10 답 ①_ 수정 후 8주까지를 배아라고 하며, 9주부터 분만까지를 태아라고 한다. 8주경에는 생식기가 형성되지 않는다.

| 개념 응용하기 |

1



2) (가)는 감수 1분열 과정으로서, 염색체 수가 반감된다. 그 이유는 상동 염색체가 분리되기 때문이다.
(나)는 감수 2분열 과정으로서, 염색체 수가 변하기 않는다. 그 이유는 염색 분체가 분리되기 때문이다.

3) 동물 세포와 식물 세포 모두 세포질 분열 과정을 통해 두 개의 딸세포가 만들어진다. 하지만 동물 세포에서는 세포막이 안쪽으로 함입되어 세포질이 분리되며, 식물 세포에서는 세포판이 만들어져 세포질이 분리된다는 차이점이 있다.

4) 사람의 경우 태아가 정상적으로 발생하기 위해서는 모체로부터 여러 가지 물질을 공급받아야 한다. 이러한 물질 교환을 위해서 태아와 모체를 연결하는 태반과 태반에 연결된 탯줄이 형성된다. 출산 후 탯줄은 제거되는데, 탯줄을 자르고 난 뒤 남은 부위가 말라 떨어지면 배꼽이 생긴다. 사람과는 달리 병아리는 발생 기간 동안 알 속에서 영양분을 공급받으며 자라기 때문에 탯줄이 없다. 탯줄이 없기 때문에 병아리에게는 탯줄의 흔적인 배꼽도 없는 것이다.

5) 2란성 쌍둥이는 서로 다른 수정란이 각각 발생한 것이다. 반면 1란성 쌍둥이는 하나의 수정란이 발생 도중에 분리되어 각각 발생한 것이다.

6) 예시_ 여성의 난소에서 배란된 난자는 수란관으로 들어와 정자와 수정된다. 수정란은 난할을 하면서 자궁에 착상되는데, 이를 임신이라고 한다. 이때 수정 후 8주까지의 세포 덩어리를 배아라고 하며, 수정 후 9주부터는 태아라고 부른다. 임신되면 태반이 만들어져 태아와 모체 사이의 물질 교환이 일어나 태아가 자라게 된다. 수정 후 약 266일이 경과하면 태아가 모체 밖으로 나오는 출산이 일어난다.

V 여러 가지 화학 반응

잠깐 체크 ······ 213쪽

수소 이온(H^+)_ 산의 수용액은 공통적으로 산성을 나타내는데 이는 산의 이온화로 생성된 수소 이온(H^+) 때문이다.

자기 주도 학습 ······ 215쪽

개념 확인하기

산은 수용액에서 이온화하여 수소 이온(H^+)을 내놓는 물질이다. 산은 수용액에서 전류가 흐르며, 수용액에 금속을 넣으면 수소 기체가 발생하고, BTB 용액을 떨어뜨리면 노란색으로 변한다.

과학과 기술, 사회 연관 짓기

진한 황산은 매우 강한 탈수 작용을 하여 설탕, 나무, 종이 등의 물질과 접촉하면 이 물질들이 검게 변한다. 진한 황산은 설탕처럼 산소(O)와 수소(H)를 포함하는 물질로부터 물(H_2O) 분자를 만들어 빼앗는다. 이를 탈수 반응이라고 하며 비료, 의약품 등을 만드는 데 사용되는 공업적으로 중요한 물질이다.

잠깐 체크 ······ 217쪽

푸른색으로 변한다.

자기 주도 학습 ······ 220쪽

개념 확인하기

염기는 수용액에서 수산화 이온(OH^-)을 내놓는 물질이다. 염기의 수용액은 붉은색 리트머스 종이를 푸르게 변화시키고 페놀프탈레인 용액을 붉게 변화시키며 단백질을 녹이는 성질이 있다.

생활 속 문제 해결하기

세제나 비누는 염기성 물질인데, 염기는 단백질을 분해하는 성질이 있어서 피부를 손상시키므로 이를 방지하기 위해 고무장갑을 끼는 것이 좋다.

과학과 기술, 사회 연관 짓기

벌레나 벌의 독에는 산성이 들어 있어서 벌레에 물리거나 벌에 쏘였을 때 묽은 암모니아수를 바르면 묽은 암모니아수가 독을 완화시키는 역할을 하는데, 된장도 묽은 암모니아수와 같은 역할을 한다.

잠깐 체크 ······ 226쪽

농도가 같으므로 두 경우에는 중화 반응이 일어나 같은 양의 물이 생성되기 때문에 증가하는 온도가 같다.

자기 주도 학습 ······ 229쪽

개념 확인하기

산성은 산이 공통적으로 나타내는 성질로서 수소 이온(H^+)에 의해 나타나며, 염기성은 염기가 공통적으로 나타내는 성질로서 수산화 이온(OH^-)에 의해 나타난다.

생활 속 문제 해결하기

머리를 감을 때 사용하는 샴푸는 염기성 물질로서 단백질을 녹이는 성질이 있다. 샴푸로 머리를 감고 잘 헹구어 내지 않으면 머리카락의 단백질 성분이 녹아 머리카락이 손상된다.

과학과 기술, 사회 연관 짓기

산성비의 가장 큰 요인 중 하나인 자동차의 배기가스를 줄이기 위해서는 전기, 메탄올, 태양열 등을 이용한 저공해 자동차의 개발이 필요하다. 또한 산업체에서 배출되는 오염 물질을 줄여 나가기 위해 화석 연료를 청정 연료로 대체하고 탈황 시설을 의무화하도록 한다.

잠깐 체크 ······ 235쪽

㉠ 산화, ㉡ 환원_ 화학 반응식에서 알루미늄은 산소를 얻어 산화 알루미늄이 되었으므로 산화에 해당하며, 산화 철은 산소를 잃고 철이 되었으므로 환원에 해당한다.

자기 주도 학습 ······ 236쪽

개념 확인하기

물질이 산소를 얻는 반응을 산화 반응이라고 한다.

생활 속 문제 해결하기

사과의 갈변 현상은 사과가 공기 중의 산소와 산화 반응을 일으켜 나타나는 현상이다. 사과를 물에 넣으면 산소를 차단해 주어 갈변이 일어나는 것을 막을 수 있다.

잠깐 체크 ······ 243쪽

항산화제_ 항산화제는 산화가 잘되는 물질로 스스로 산화됨으로써 다른 물질의 산화가 일어나지 않도록 한다.

자기 주도 학습 ······ 245쪽

생활 속 문제 해결하기

산화-환원 반응 중에서 부식은 전해질이 녹아 있는 용액에서 더욱 잘 일어난다. 따라서 철로 되어 있는 자동차에 제설제가 묻어 있으면 제설제가 녹아 부식이 빠르게 일어날 수 있으므로 깨끗이 세차를 하는 것이 좋다.

과학과 기술, 사회 연관 짓기

화재로 생긴 그을음은 주로 탄소(C)이며, 탄소와 수소로 이루어진 화합물도 일부 포함되어 있다. 이 그을음에 산소 분자보다 반응을 매우 잘하는 산소 원자(O)를 쏘여 주면 탄소는 산소 원자와 반응하여 이산화 탄소(CO_2)가 되고 수소는 물, 즉 수증기가 되어 날아가므로 미술 작품을 복원할 수 있다.

$$(C, H, O) + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$$

대단원 마무리 ······ 246쪽

| 개념 정리하기 |

❶ 산 ❷ BTB ❸ 금속 ❹ 염산 ❺ 염기 ❻ 페놀프탈레인 ❼ 전류 ❽ 이온화 ❾ 석회 ❿ pH ⓫ 물 ⓬ 중화 ⓭ 온도 ⓮ 산화 ⓯ 환원 ⓰ 동시에 ⓱ 염기성 ⓲ 환원, 산화

| 개념 적용하기 |

1 답 ③_ 산 중에는 염화 수소와 같이 상온에서 기체 상태로 존재하는 물질도 있다.

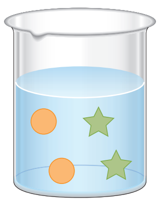
2 답 ④_ 암모니아, 수산화 나트륨, 수산화 칼슘은 모두 염기이다. 염기는 전해질로 물에 녹아 전류를 흐르게 하며, BTB 용액을 넣으면 파란색으로 변한다.

3 답 (1) $2H_2O$ (2) Na_2SO_4 (3) $CaSO_4$, $2H_2O$

4 답 **실험 3**_ 염산과 수산화 나트륨 수용액이 모두 반응하여 중화된 실험은 3이므로, BTB 용액을 떨어뜨리면 초록색을 나타낸다.

5 답 ④_ 진한 황산을 건조제로 사용하는 것은 진한 황산의 탈수 작용을 이용하는 것이다.

6 답



7 답 ③_ ① 산소와 결합하는 반응은 산화이다.
② 비금속 산화물은 산성 산화물로서 염기성 물질과 중화 반응을 한다.
④ 산화와 환원은 동시에 일어난다.
⑤ 금속이 부식되는 속도는 외부 조건이 같더라도 금속의 종류에 따라 다르다.

8 답 Fe: **환원**, C: **산화**_ 철은 산소와 결합한 상태였다가 산소를 잃게 되므로 환원되고, 탄소는 산소와 결합하고 있다가 산소와 더 결합하므로 산화된다.

9 답 ③, ⑤_ ①, ② 금속과 비금속 모두 조건에 따라 빠른 산화가 일어날 수도 있고, 느린 산화가 일어날 수도 있다.
④ 연소는 일반적으로 부식보다 빠르다.
⑤ 강철을 공기 중에 두면 천천히 산화되지만 강철 솜으로 만들어 연소시키면 빠르게 산화된다.

10 답 ③_ ㄱ. 배에 녹이 스는 것은 철이 산화되는 부식 과정이다.
ㄴ. 연소는 산화−환원 반응이다.

11 답 ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ_ 철이 산화되는 것을 막는 방법으로 가장 간단한 것은 공기와 물을 차단하는 것이다. 기름칠이나 페인트칠이 가장 간단한 방법이며, 쉽게 산화되지 않는 금속을 표면에 도금하면 안쪽의 철을 보호할 수 있다. 프라이팬에 입힌 산화 철은 이미 산화된 물질이 표면에서 단단한 막을 형성하고 있어 안쪽의 철이 더 부식되는 것을 막는다.

12 답 ㄴ, ㄹ_ A를 연소시켜 B를 얻었으므로 A는 산화되었다. 페놀프탈레인 용액의 색 변화로 보아 B 수용액은 염기성이며 염기성 용액은 전류를 흐르게 할 수 있다. 이로써 B가 염기성 산화물임을 알 수 있고, 연소되어 염기성 산화물이 되는 물질은 금속이다.

13 답

산화 (Al → Al_2O_3)

$$8Al + 3Fe_3O_4 \rightarrow 4Al_2O_3 + 9Fe$$

환원 (Fe_3O_4 → Fe)

알루미늄은 산화되고 철이 환원되면서 많은 열이 발생하면 철이 녹아 레일 위로 떨어지면서 용접을 할 수 있다.

| 개념 응용하기 |

1) • 암모니아는 물에 잘 녹는다.
• 암모니아는 물에 녹아 염기성을 나타낸다.

2) A 수용액에서 기체가 더 많이 발생하였으므로 A 수용액이 B 수용액보다 더 강한 산성을 띠기 때문에 pH는 A 수용액이 더 작다.

3) 두 수용액을 섞어 앙금이 생겼다면 $Ca(OH)_2$ 수용액과 H_2SO_4 수용액이고, 앙금이 생기지 않고 온도가 상승하였다면 $Ca(OH)_2$ 수용액과 HCl 수용액을 섞은 것이다. 앙금이 생기지 않고, 온도도 변하지 않았다면 HCl 수용액과 H_2SO_4 수용액을 섞은 것이므로 이를 조합한다.

4) 항산화제는 산화가 잘되는 물질이므로 여러 가지 산화제와 반응을 시켜 보고 반응이 잘 일어나는지 알아본다.

5) • 단계 1: 질소가 산소와 결합하였으므로 질소는 산화되었다.
• 단계 2: 산소 원자 1개와 결합하였던 질소가 산소 원자 2개와 결합하였으므로 산화되었다.
• 단계 3: 이산화 질소가 일부는 질산이 되고 일부는 일산화 질소가 되었다. 질산이 되는 과정에서는 산소와 더 많이 결합하였으므로 산화된 것이고, 일산화 질소가 되는 과정에서는 산소가 일부 떨어졌으므로 환원되었다.

6) 예시_ • 손에 닿으면 손의 단백질 성분을 녹여 미끈거리므로 바로 흐르는 물에 충분히 씻어야 합니다.
• 사용할 때에는 최대한 피부에 닿지 않도록 합니다.

VI 유전과 진화

잠깐 체크 ········ 256쪽

유전자

자기 주도 학습 ········ 257쪽

개념 확인하기

둥근 씨의 대립 형질은 주름진 씨이고, 보라색 꽃의 대립 형질은 흰색 꽃이다.

응용 문제 해결하기

두 가지 방법은 생식세포의 암수만 바뀌었을 뿐 교배 결과는 같다.

자기 주도 학습 ········ 261쪽

개념 확인하기

둥근 완두가 주름진 완두에 대해 우성이고, 황색 완두가 녹색 완두에 대해 우성이다. 그러므로 순종의 둥글고 황색인 완두와 순종의 주름지고 녹색인 완두를 교배하면 잡종 1대에서 둥글고 황색인 완두만 나온다.

응용 문제 해결하기

완두 씨의 모양을 결정하는 유전자(R, r)와 색깔을 결정하는 유전자(Y, y)는 서로 다른 염색체에 존재한다. 그러므로 둥글고 녹색(Rryy)인 완두가 만들 수 있는 생식세포의 유전자형은 Ry와 ry의 2가지이다.

자기 주도 학습 ········ 263쪽

개념 확인하기

붉은색 꽃의 유전자 R와 흰색 꽃의 유전자 W 사이에 우열 관계가 분명하지 않기 때문이다.

응용 문제 해결하기

자손의 표현형 분리비가 분홍색 : 흰색=1 : 1로 나타났으므로 어버이 중 하나는 분홍색, 나머지 하나는 흰색임을 알 수 있다.

잠깐 체크 ········ 268쪽

우성 형질만 태어나거나 우성 형질과 열성 형질이 모두 태어날 수 있다.

자기 주도 학습 ········ 268쪽

개념 확인하기

유전병은 열성 형질이다.

과학과 기술, 사회 연관 짓기

범인이 남긴 혈흔을 이용하여 DNA 분석을 통한 유전자 감식을 한다. 그렇게 얻어진 결과를 분석하여 여러 용의자 중에서 범인을 확인할 수 있다.

잠깐 체크 ········ 271쪽

자녀의 귓불은 부착형 한 종류만 나타난다.

자기 주도 학습 ········ 272쪽

개념 확인하기

오른손잡이 부모로부터 왼손잡이 아들이 태어났으므로 오른손잡이가 우성 형질이다. 그러므로 부모의 유전자형은 Aa이고, 아들의 유전자형은 aa이다.

생활 속 문제 해결하기

어떤 부모로부터 O형인 아기가 태어났다면, 아기의 유전자형이 OO가 된다. 아기의 유전자 O는 부모로부터 하나씩 물려받은 것이기 때문에 부모 중 어느 쪽도 AB형은 될 수 없다.

자기 주도 학습 ········ 275쪽

개념 확인하기

자녀가 여자일 경우에는 보인자가 되고, 남자인 경우에는 색맹이 된다.

생활 속 문제 해결하기

외할아버지가 색맹이므로 어머니는 색맹 유전자를 물려받아 보인자이다. 따라서 정상인 아버지와 보인자인 어머니 사이에서 아들이 태어난다면 색맹이 될 확률은 $\frac{1}{2}$이다.

자기 주도 학습 281쪽

● **개념 확인하기**

상사 기관

● **과학과 기술, 사회 연관 짓기**

히말라야 산맥의 지층이 형성될 때에는 산호나 조개 등이 서식하는 바다였음을 알 수 있다.

자기 주도 학습 285쪽

● **개념 확인하기**

라마르크는 후천적으로 획득한 형질은 유전된다고 했지만 사실은 유전되지 않는 것으로 밝혀졌기 때문이다.

● **과학과 기술, 사회 연관 짓기**

기존의 항생제로 제거되지 않는 새로운 형질을 가진 슈퍼박테리아는 돌연변이에 의해 출현하였다.

자기 주도 학습 291쪽

● **개념 확인하기**

분류 형질의 특징으로는 유전이 되고, 계절이나 환경에 따라 쉽게 변하지 않으며, 관찰하기 쉬워야 한다.

● **과학과 기술, 사회 연관 짓기**

1927년 플레밍은 우연히 푸른곰팡이인 페니실리움 노타툼(*Penicillium notatum*)으로 오염되어 있는 배지에 황색 포도상 구균(*Staphylococcus aureus*: 화농균)이 자라지 않는 것을 관찰하였다. 그는 이 곰팡이를 분리하고 배지에 배양하여 이 곰팡이에서 인체에 감염을 일으키는 일반 세균들을 죽일 수 있는 물질이 만들어지는 것을 발견하였다. 1940년에 이 물질을 다른 연구자들이 치료용 주사제로 개발하였다.

자기 주도 학습 297쪽

● **개념 확인하기**

• 체온이 일정한 동물: 사슴, 토끼
• 체온이 변하는 동물: 개구리, 도마뱀

● **과학과 생활 연관 짓기**

발효란 탄수화물과 지방이 미생물의 작용으로 분해되어 사람에게 유익한 생산물로 변화되는 현상으로서, 곰팡이와 효모 등 균계에 속한 미생물이 중요한 역할을 한다. 전통적으로 술 제조에 쓰이는 누룩과 장을 만드는 메주에는 털곰팡이나 거미줄곰팡이가 많이 쓰이고, 일본의 청주, 간장, 된장 등에는 누룩곰팡이가 쓰인다.

대단원 마무리 298쪽

| 개념 정리하기 |

[가로 열쇠 정답] ❷ 원생생물계, ❹ 대립유전자, ❼ 분류학, ❽ 해부학적증거, ❾ 상사기관
[세로 열쇠 정답] ❶ 반성유전, ❸ 계통수, ❹ 대립형질, ❺ 자화수분, ❻ 생화학적증거, ❿ 상동기관

| 개념 적용하기 |

1 답 ②_ Y와 y는 대립 유전자이므로 상동 염색체의 대응되는 위치에 존재해야 한다.

2 답 ⑤_ A와 B, a와 b가 서로 다른 염색체 위에 존재하므로 이 개체가 만들 수 있는 생식세포의 유전자형은 AB, Ab, aB, ab이다.

3 답 ①_ B형인 어머니로부터 태어난 A형의 아들은 어머니로부터 O를, 아버지로부터 A를 물려받은 것이다.

4 답 ④

5 답 ①_ 우열 관계를 판단할 수 있는 경우는 같은 형질의 부모 사이에서 부모와 다른 형질의 자녀가 태어날 때이다.

6 답 ⑤_ 5는 Aa이고, 6은 aa이므로 이들 사이에 태어나는 자녀는 Aa와 aa가 1 : 1의 비율로 나타난다.

7 답 ⑤_ 정상인 남자(XY)와 색맹인 여자(X′X′) 사이에서 정상인 딸(보인자)과 색맹인 아들이 1 : 1의 비율로 나타난

다. 그러므로 2는 정상 여자로 표시되어야 하고, 3은 색맹 남자로 표시되어야 한다.

8 답 ①

9 답 유전병 유전자가 X염색체에 존재하므로, 8이 가진 유전병 유전자는 4로부터 물려받은 것이다.

10 답 ⑤

| 개념 응용하기 |

1) 완두의 교배 결과 잡종 1대에서 둥근 완두만 나타난 것으로 보아 우열의 법칙이 적용된 것을 알 수 있고, 잡종 2대에서 둥근 것과 주름진 것이 3 : 1의 비율로 나타난 것으로 보아 분리의 법칙도 적용된 것을 알 수 있다.
반면, 분꽃에서는 잡종 1대에서 어버이 세대에는 없는 분홍색 분꽃이 나타난 것으로 보아 우열의 법칙은 적용되지 않았다는 것을 알 수 있고, 잡종 2대에서 붉은색, 분홍색, 흰색 꽃이 1 : 2 : 1의 비율로 나타난 것으로 보아 분리의 법칙이 적용되었다는 것을 알 수 있다.

2) 특징 5는 '더듬이가 없음'을 말한다.

3) 색소 결핍증은 열성 형질이고, 여성인 2로부터 정상인 5가 태어났으므로 색소 결핍증 유전자는 상염색체에 존재한다고 판단할 수 있다.

4) 자연선택. 그림을 통해 포식자에게 덜 잡아먹히는 빈도가 산업 혁명 이전에는 흰색 나방이, 산업 혁명 이후에는 검은색 나방이, 대기 오염 규제 이후에는 다시 흰색 나방이 크다는 것을 알 수 있다. 따라서 진화의 요인 중 자연선택과 가장 관계가 깊다고 판단할 수 있다.

VII 외권과 우주 개발

자기 주도 학습 314쪽

개념 확인하기

별들은 북극성을 중심으로 약 24시간 동안 시계 반대 방향으로 한 바퀴 돈다. 또한 같은 시각에 관측할 때 1년에 한 바퀴 돌게 되므로 한 계절(3개월)에는 90°만큼 시계 반대 방향으로 움직인다.

과학과 기술, 사회 연관 짓기

15세기 말 아메리카 대륙의 발견 등에 이용된 먼 바닷길의 항해술이 발달하면서 별자리의 활용이 더욱 활발해졌고, 망원경에 의한 천체 관측이 발달하면서 더욱 많은 별자리가 추가되었다.

자기 주도 학습 325쪽

개념 확인하기

파란색

문제 응용하기

안타레스가 붉은색으로 보이는 것은 표면 온도가 낮기 때문이며, 시리우스가 하얀색으로 보이는 것은 표면 온도가 높기 때문이다. 이와 같이 별의 색깔이 다른 것은 별의 표면 온도가 다르기 때문이다.

잠깐 체크 330쪽

특징	구상 성단	산개 성단
위치	은하 중심부, 헤일로	나선팔, 은하 원반
별의 개수	수만~수십만 개	수십~수만 개
별의 색깔	붉은색	파란색
별의 나이	많다	적다
별의 온도	낮다	높다

자기 주도 학습 331쪽

개념 확인하기

우리은하의 반지름은 약 5만 광년이며, 태양계는 은하 중심으로부터 3만 광년 정도 떨어진 거리에 있다.

문제 응용하기

은하수에서 폭이 가장 넓은 궁수자리를 찾으면 된다.

잠깐 체크 338쪽

모든 은하에서 다른 은하들이 멀어져 간다는 사실로부터 우주에 특별한 중심이 없다는 것을 알 수 있다.

자기 주도 학습 ········· 338쪽

개념 확인하기

나선 은하는 중심부에 막대 구조의 유무에 따라 막대 나선 은하와 정상 나선 은하로 구분한다.

응용 문제 해결하기

가을철 별자리

과학과 기술, 사회 연관 짓기

이동식 과속 단속 카메라에서 발사된 전파가 달려오는 차량에 부딪혀 반사되어 되돌아올 때 파장이 짧아지는 현상을 이용하여 자동차의 속도를 측정한다. 이동식 과속 단속 카메라에서는 달려오는 자동차를 향해 전파나 레이저를 발사한다. 전파나 레이저는 자동차에 부딪혀 반사되어 되돌아오는데, 이때 자동차의 속도에 따라 파장이 짧아지는 정도가 달라지므로 이 현상을 이용하여 차량의 속도를 측정하는 것이다.

잠깐 체크 ········· 341쪽

스푸트니크 1호

잠깐 체크 ········· 350쪽

우주 개발 과정에서 발생한 비행체나 수명을 다한 인공위성의 잔해

자기 주도 학습 ········· 353쪽

확인하기

우리별 3호가 우리 고유의 최초 인공위성이다.

과학과 기술, 사회 연관 짓기

달 탐사선을 발사하기 위해서는 자체적인 우주 발사체의 개발, 운용, 탐사선의 제작 및 제어 기술 등이 사전에 개발되어야 한다. 이를 위해서는 우선 발사체의 제작 및 운용과 관련된 기술이 확보되어야 하며, 탐사선의 운용 및 제어를 위한 기술들도 확보되어야 한다.

대단원 마무리 ········· 354쪽

| 개념 정리하기 |

㉠ 여름, ㉡ 겨울, ㉢ 연주 시차, ㉣ 100, ㉤ 낮다. ㉥ 높다. ㉦ 암흑 성운, ㉧ 구상 성단, ㉨ 나선 은하

| 개념 적용하기 |

1 답 (1) × (2) ○ (3) ○

2 답 방위각: 110°, 고도: 50°

3 답 20파섹_ 이 별의 연주 시차는 $\frac{0.1''}{2}=0.05''$이다. 따라서 별까지의 거리는 $\frac{1}{0.05}=20$파섹이다.

4 답 (1) 우리 눈에 가장 밝게 보이는 별: 시리우스, 실제로 가장 밝은 별: 리겔 (2) 리겔 (3) 시리우스_ 겉보기 등급에서 절대 등급을 뺀 값이 가장 작은 시리우스가 가장 가까이 있는 별이다.

5 답 별들은 하늘에 항상 고정된 위치를 차지하고 있으나 달과 행성들은 별들 사이를 움직이고 있기 때문이다.

6 답 ㉠ 겉보기, ㉡ 지구의 공전

7 답 ④_ 은하수의 모습이 방향에 따라 다르게 보이는 것은 우리 태양계가 은하의 중심에서 벗어난 곳에 있기 때문이다.

8 답 ①_ 별의 탄생이 활발한 곳은 나선팔 영역인 A이며, 구상 성단이 가장 잘 관측되는 곳은 헤일로인 C 영역이다.

9 답 ⑤_ 우리은하는 나선 은하이므로 타원형의 중심핵을 가지고 있지 않다.

10 답 ③_ (가)의 정상 나선 은하와 (나)의 막대 나선 은하는 막대 구조의 유무에 따라 구분한다.

11 답 ④_ 우리은하에서 볼 때, B는 오른쪽으로 15 km/s로 멀어지고, A는 왼쪽으로 30 km/s로 멀어지므로, 은하 B에서 A를 관측하면 A는 왼쪽으로 45 km/s로 멀어진다.

12 답 정지 궤도

13 답 ④

| 개념 응용하기 |

1) 북극성

해설 지구의 자전축을 연장하였을 때 북쪽 하늘과 만나는 곳에 북극성이 있다. 북극성은 주위의 다른 별들이 원호를 그리며 일주 운동을 하는 중심에 위치한다.

2) 옛날 사람들은 별들을 잘 기억할 수 있도록 가상의 선으로 연결하여 신이나 영웅, 동물, 사물 등의 모양을 만들어왔다. 이와 같이 별들을 자유스럽게 연결하여 별자리를 만들고 이야기를 만들어 보자.

3) (1) 은하수
(2) 우리은하는 원반 모양이다.
해설 그림은 은하수의 모습이며, 은하수의 모습을 통해 우리은하가 원반 모양임을 알 수 있다.

4) 우주의 나이는 현재보다 작아진다.
해설 외부 은하들이 우리은하로부터 멀어지는 속도가 현재보다 더 크게 관측된다면 은하들이 우리은하로부터 멀어져 간 시간이 짧아지므로 우주의 나이가 줄어든다.

5) 우주 쓰레기가 증가하고 있으며, 우주 공간의 불공정한 점유 문제가 발생하고 있다.
해설 전 세계 여러 나라의 경쟁적인 우주 개발로 우주 공간에는 우주 쓰레기가 늘어나고 있으며, 우주 개발에 뒤늦게 나선 나라들은 선진국들에 비해 우주 공간의 사용에 많은 제한을 받고 있다.

Ⅷ 과학과 인류 문명

잠깐 체크 ······ 366쪽

예시_ 언제 어디서나 은행 업무, 인터넷 쇼핑, 인터넷의 활용 등이 가능해졌다.

자기 주도 학습 ······ 369쪽

개념 확인하기

예시_ 정보 통신 기술, 생명 공학 기술, 나노 기술, 문화 콘텐츠 기술, 환경 공학 기술, 우주 항공 기술 등이 있다.

과학과 기술, 사회 연관 짓기

예시_ (1) 옷 – 가벼우면서 방수 효과와 땀 배출 기능이 좋은 등산복과 같은 기능성 의류가 개발되어 쾌적한 등산을 할 수 있게 되었다.
(2) 음식 – 냉장고, 정수기, 전자레인지, 바닥이 코팅된 냄비나 프라이팬 등 쉽게 요리할 수 있는 여러 가지 조리 기구가 발달하여 음식의 유통기한이 늘어나고 위생적이고 안전한 식생활이 가능하게 되었다.
(3) 집 – 집을 짓는 과정에서 컴퓨터 프로그램을 바탕으로 한 설계도를 활용하여 공사 기간을 단축할 수 있게 되었다. 집안의 열효율을 높이기 위하여 각종 단열 재료가 개발되어 소재로 활용되고 있다. 또한 단열성이 우수한 유리가 개발되어 외부의 소음과 추위를 막아 줄 수 있게 되었다.

자기 주도 학습 ······ 376쪽

개념 확인하기

예시_ 스마트폰으로 음악 감상, 작곡 등을 할 수 있고, 미술 작품 감상이나 영화 제작 등 많은 활동을 할 수 있다.

생활 속 문제 해결하기

예시_ 발레 선수가 공연할 때 적용할 수 있는 과학에는 회전 관성에 관한 역학, 속도와 가속도, 힘의 평형, 옷의 펄럭임과 관련된 유체 역학, 무대 장치와 관련된 빛, 전자 장치 등이 있다.

과학과 기술, 사회 연관 짓기

예시_ 전기와 관련된 기술, 공학에는 전기의 대량 생산 기술, 송전과 배전 기술 등이 있다. 또한 전기를 이용하는 수많은 기기들은 모두 기술, 공학과 관련이 있다. 그리고 전기의 작용에는 빛 작용과 열 작용 외에도 전파 기술과 같은 자기 작용이 있다.

잠깐 체크 ······ 379쪽

기술 융합 현상

자기 주도 학습 ······ 384쪽

개념 확인하기

예시_ 신개념 의약 기술, 뇌 연구 및 뇌 질환 치료 기술, 실버 산업 및 U-Health 기술, 신종 전염병 대응 기술, 유해성 물질 관리 기술 등을 들 수 있다.

생활 속 문제 해결하기

예시_ 고령화로 산업 인구 감소, 노인 부양비 증가, 독거노인 등의 문제가 나타날 수 있다.

과학과 기술, 사회 연관 짓기

예시_ 생명 공학과, 천문 우주 과학과, 반도체학과, 신소재 공학과, 고분자 공학과, 환경 공학과, 로봇 공학과 등이 있다.

자기 주도 학습 391쪽

● **개념 확인하기**

예시_ 과학은 인류에게 물질적인 풍요와 생활의 편리함을 안겨 주었다. 예를 들어 생명 과학의 발전으로 사람의 수명이 연장되었고, 질병을 극복하여 건강한 생활을 할 수 있게 되었다.

● **생활 속 문제 해결하기**

예시_ 공장에서 배출되는 폐수로 수질 오염 문제가 발생하자 폐수 정화 시설을 설치하여 해결하였다. 또 자동차 배기가스로 대기가 오염되자 하이브리드 자동차나 전기 자동차를 개발하였다.

● **과학과 기술, 사회 연관 짓기**

예시_ 최근 상영되는 3D 영화는 영화를 실물을 보는 것처럼 입체적으로 볼 수 있게 한다. 이러한 영화를 촬영하는 3D 카메라는 사람의 두 눈이 사물을 입체적으로 보는 원리를 이용하여 개발된 것으로서, 과학과 기술, 공학이 융합된 것이다. 또 3D 영화는 문화 예술이 발전하는 데에도 많은 기여를 하고 있다.

대단원 마무리 392쪽

| 개념 정리하기 |

㉠ 불, ㉡ 철, ㉢ 스마트폰, ㉣ 액정, ㉤ 공학, ㉥ 의료 공학, ㉦ 인공 장기, ㉧ 유전자

| 개념 적용하기 |

1 답 통신과 전기 전자 분야의 발달로 다양한 정보를 주고받을 수 있게 되었으며, 우주 과학의 발달로 통신 위성이 개발되면서 먼 곳까지 정보를 전달할 수 있게 되었다.

2 답 ②

3 답 ②_ 로봇은 사람을 알아보고 감정을 표현하거나 대화도 가능하다. 그러나 사람이 입력한 프로그램에 따라 작동하므로 사람보다 더 창의적으로 작업을 수행하는 것은 어렵다.

4 답 ⑤_ 신개념 의약 기술은 에너지 고갈 문제나 환경 문제와는 관련이 적다. 신개념 의약 기술은 생명 공학과 의료 공학의 융합으로 개인 맞춤형 질병 예방과 치료, 인공 장기의 보편화로 수명을 연장시키는 등 건강과 관련된 기술이다.

5 답 ④_ 소재에 생긴 균열을 자동으로 보강하는 기술을 나타낸 것으로서, 신소재 과학 기술이라고 할 수 있다.

6 답 ③_ 물질 분석과 몸속의 영상을 자세히 볼 수 있게 된 것은 초전도체 기술(신소재 기술)의 발전으로 누릴 수 있는 편리함이다.

| 개념 응용하기 |

1) **예시**_ 인터넷의 발달로 익명성이 악용될 가능성이 있고, 개인주의가 만연해질 수 있다. 또한 바이러스의 유포, 불법 다운로드로 인한 저작권의 침해 등 사회 문제를 일으킬 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 공동체 의식을 바탕으로 인터넷의 편리함을 건전하게 사용하려는 마음 자세가 무엇보다도 중요하며, 필요한 경우 적절한 규제 장치를 마련하여 이를 따르도록 해야 한다.

2) **예시**_ 정보 통신 및 전자 기기 기술의 발전으로 다양한 정보를 습득하고 자신의 능력을 키워 나갈 수 있게 된다. 또 신소재 공학 기술의 발전으로 편리한 물품들을 사용할 수 있게 되고, 의료 기술이 발달하여 수명이 연장되고 건강한 삶을 살 수 있게 된다. 그리고 각종 e-러닝 서비스를 이용하여 평생 학습이 가능해진다.

3) **예시**_ 냉장고 안에 음식이 부족할 때 냉장고가 알아서 식음료를 주문하고, MP3 플레이어가 부착된 재킷을 입고 걸으면서 음악을 감상하고, 목걸이에 PC를 걸고 안경을 통해 뉴스 검색을 하며, 두루마리 형태로 제작된 디스플레이로 신문을 구독할 것이다. 또 쇼핑 후 계산대를 지나기만 하면 자동으로 계산이 되고, 자동차를 잃어버리면 인공위성이 자동으로 위치를 추적하며, 로봇과 가상 아바타를 작동시켜 자신을 대신하여 업무를 처리할 수도 있을 것이다.

4) **예시**_ 생활 공간 문제를 해결하기 위해서는 하늘과 지하, 바다에 새로운 공간을 창출하는 것이 필요하다. 이를 위해서는 초경량 · 고강도 건축 소재 기술, 친환경 건설 기술, 풍수해와 자연재해를 막는 재난 방지 기술, 범죄와 전염병을 차단하고 예방하는 보건 기술 등이 더욱 지능화되고 첨단화되어야 한다. 이러한 기술을 통해 미래에는 도심의 건물들이 지금보다 더 높아져 지상 1,000 m의 친환경 건물들이 많아질 것이고, 지하에는 대규모 공장이 들어서며, 대규모 해상 도시도 인기를 누릴 것이다.

용어 정리와 찾아보기



ㄱ

가계도 한 가계의 유전 형질을 조사하여 기호로 나타낸 것 • 267

가계도 조사 가계도를 분석하여 특정한 형질이 가계에 어떻게 나타나는지 조사하는 방법 • 267

가변 저항 저항 값을 바꿀 수 있는 저항기 • 45

가상 현실 현실이 아닌데도 실제처럼 생각하고 보이게 하는 현실 • 368

각거리 천체를 볼 때 눈과 천체 지름의 양끝이 이루는 각도 • 120

갈릴레이 위성 1610년 갈릴레오 갈릴레이에 의해 발견된 목성의 4대 위성 • 146

갈바니 이탈리아의 생물학자. 동물 전기를 주장 • 63

감수 분열 생식세포 분열을 말하며, 염색체가 반감되는 특성이 있다. • 177

감수 1분열 생식세포 분열에서 2회의 세포 분열 중 처음 일어나는 분열 • 176

감수 2분열 생식세포 분열에서 2회의 세포 분열 중 나중에 일어나는 분열 • 176

강산 물에 녹아 이온화가 잘되는 산 • 213

강염기 물에 녹아 이온화가 잘되는 염기 • 219

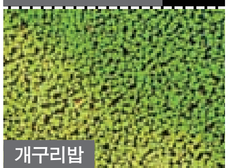
강장 동물 몸 안쪽에 빈 공간인 강장을 가지며, 주로 바다에 서식함. 말미잘, 히드라, 산호와 같이 고착 생활을 하는 것과 해파리와 같이 유영 생활을 하는 것이 있음. • 186

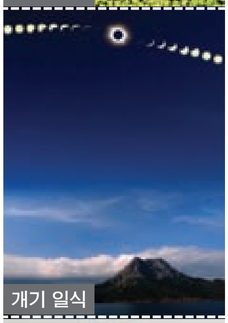
개구리밥 무성 생식을 하며, 가을에 모체에서 생긴 겨울눈이 물속에 가라앉아 있다가 봄에 물위로 떠서 번식함. • 184

개기 월식 달 전체가 지구의 본그림자 속에 들어가는 현상 • 134


갈릴레이 위성


강장동물(히드라)


개구리밥


개기 일식


검전기


과학 위성(허블 우주 망원경)


구상 성단

개기 일식 일식에서 달에 의해 태양 전체가 가려져 보이지 않는 현상 • 134

검전기 정전기 유도 현상을 관찰할 수 있는 기구 • 16, 21

격리설 원래 같은 종인 생물이 지리적 또는 생식적으로 오랜 세월 동안 떨어져 있게 되면 각각 다른 종으로 진화한다는 주장 • 284

경유 원유를 증류할 때 등유 다음으로 220～250℃ 사이에서 얻는 기름 • 369

계통 생물의 유연관계를 토대로 공통 조상과 여기에서 진화해 온 갈래를 나타낸 것 • 291

계통수 계통을 나무에 비유하여 나타낸 것 • 291

과학 위성 과학 연구를 위한 자료 수집을 목적으로 이용되는 위성 • 350

광구 태양의 둥근 표면 • 136

구상 성단 수만～수십만 개의 별들이 공 모양으로 빽빽하게 모여 있는 성단 • 330

국부 은하군 우리 은하와 300～400만 광년 범위의 외부 은하들로 이루어진 은하 집단 • 334

굴절 망원경 볼록 렌즈로 빛을 모으고, 접안렌즈는 맺힌 상을 확대하는 원리를 이용한 망원경 • 153

금속박 검전기에서 매우 얇은 금속의 쌍 • 16

기상 위성 기상 관측이 주요 목적인 위성 • 350

기체 반응 법칙 물질의 반응에서 반응하는 기체와 생성되는 기체의 부피 사이에 간단한 정수비가 성립한다는 법칙 • 106

기초 체온 아침에 잠에서 깨어나 활동을 하기 전에 누운 채로 측정한 체온 • 192

길버트 영국의 의사이자 물리학자. 지구가 하나의 거대한 자석임을 밝힘. • 63

ㄴ

나노 국제 단위계에서 10억분의 1을 나타내는 수 ● 364

나선 은하 나선팔 구조를 가진 은하 ● 333

나선팔 우리 은하에서 나선형으로 감겨 들어온 부분 ● 329

난치병 고치기 어려운 병 ● 362

난할 수정란이 수란관을 따라 자궁으로 이동하면서 빠르게 세포 분열을 거듭하는 것 ● 195

네오디뮴 자석 원자 번호가 60인 네오디뮴으로 만든 자석 ● 51

뇌졸중 뇌에 혈액 공급이 제대로 되지 않아 손발의 마비, 언어 장애, 호흡 곤란 따위를 일으키는 증상 ● 365

ㄷ

다윈 영국의 과학자. 자연선택설 발표 ● 250

단성화 한 꽃 안에 수술 또는 암술만 있는 꽃 ● 255

대립 유전자 두 상동 염색체 위의 같은 위치에 쌍을 이루고 있는 두 유전자 ● 257

대립 형질 완두의 씨가 둥근 것과 주름진 것처럼 하나의 형질에 대해 서로 뚜렷하게 구별되는 형질 ● 255

대전 물체가 전기를 띠게 되는 현상 ● 13, 21

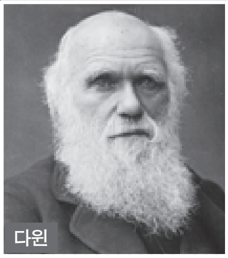
대전열 전자를 잃기 쉬운 물체를 상대적인 순서로 나열한 것 ● 13

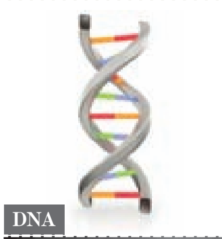
대전체 대전된 물체 ● 13

더프리스 네덜란드의 과학자. 돌연변이설을 발표함. ● 284

델린저 현상 태양으로부터 지구에 도달하는 입자가 많아져 지구 대기의 상층에 있는 전리층을 교란시켜 전파 통신에 장애를 일으키는 현상 ● 138

도플러 효과 파동을 일으키는 물체가 정지해 있을 때보다 관측자에게 다가오거나 멀어질 때 파장이 짧아지거나 길어지는 현상 ● 336


다윈


DNA


란트슈타이너


로봇


마이크


막대 나선 은하


망


멘델

독립의 법칙 두 쌍 이상의 대립 형질이 동시에 어버이로부터 자손에게 유전될 때 한 쌍의 대립 형질을 결정하는 유전자는 다른 쌍의 대립 형질을 결정하는 유전자에 영향을 주거나 또는 영향을 받지 않고 독립적으로 유전되는 현상 ● 261

돌연변이설 생물은 모든 개체에서 돌연변이가 일어날 수 있으며, 그 중에서 환경에 잘 적응한 개체가 살아남아 자손을 퍼뜨리는 현상 ● 284

동지점 태양이 천구의 적도에서 남쪽으로 가장 멀리 떨어진 황도 상의 점 ● 125

등유 원유를 증류할 때 150~240℃ 사이에서 얻어지는 기름 ● 369

DNA 생물의 유전 형질을 결정하는 유전 정보를 가진 물질 ● 179

딸세포 세포 분열 결과 만들어진 세포 ● 170

ㄹ

란트슈타이너 오스트리아의 병리학자. ABO식 혈액형과 Rh식 혈액형을 발견함. ● 273

로봇 어떤 작업이나 조작을 자동적으로 하는 기계 장치 ● 373

ㅁ

마이크 전화나 라디오 등의 음파를 받아 똑같은 파형의 음성 전류로 바꾸는 장치 ● 61

마찰 전기 두 물체를 서로 마찰시켰을 때 발생하는 전기 ● 12

막대 나선 은하 막대 구조와 나선팔을 가진 은하 ● 329, 333

망 태양의 반대 방향에 있어서 보름달이 되는 때 ● 130

맥스웰 영국의 물리학자. 자기장에 에너지가 존재한다는 것을 밝혔고, 장(場)의 개념을 확립 ● 62

멘델 오스트리아의 과학자. 완두의 유전 실험으로 유전학의 기초를 확립함. ● 254

모세포 세포 분열을 하기 전의 세포 ● 170

목성형 행성 목성, 토성, 천왕성, 해왕성을 총칭하는 단어 ● 146

무성 생식 단세포 생물이나 하등한 동식물에서 생식 세포를 만들지 않고 새로운 자손을 만드는 것 ● 184

물리 변화 물질의 상태나 모양, 크기는 변하지만, 물질이 가진 고유한 성질은 변하지 않는 것 ● 73

밀물 바닷물이 높아지는 현상 ● 131

ㅂ

바다 달의 표면 중 어두운 부분 ● 157

바이오 연료 식용유, 동물성 지방 등과 같은 생체 물질을 원료로 하는 연료 ● 85

반사 망원경 반사경을 통해 물체에서 오는 빛을 모으고, 맺힌 상을 접안렌즈로 확대하여 관찰하는 원리를 이용한 망원경 ● 153

반사 성운 별 주위를 둘러싼 티끌이 주위의 별빛을 반사하여 빛나는 성운 ● 331

반성 유전 색맹 유전과 같이 성염색체에 들어 있는 유전자 때문에 나타나는 유전 현상 ● 274

발전 역학적 에너지나 열에너지, 화학 에너지 등 다른 에너지를 전기 에너지로 변환시키는 것 ● 56

발전기 역학적 에너지를 전기적 에너지로 변환하는 장치 ● 58

방출 성운 고온의 가스가 스스로 빛을 내는 성운 ● 331

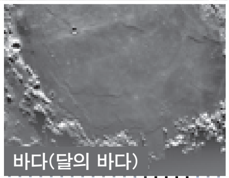
배 식물의 씨에서 싹을 틔워 자라 어린 식물로 자라는 부분 ● 188

배란 사춘기 이후 약 28일을 주기로 양쪽 난소에서 번갈아 가며 한 개의 난자를 성숙시켜 배출하는 것 ● 191

배아 수정 후 8주까지의 세포 덩어리 ● 196

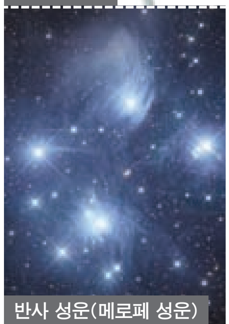
배젖 식물의 씨에서 배가 자랄 때 필요한 양분으로 이용되는 부분 ● 188

별 스스로 빛을 내는 천체 ● 142


바다(달의 바다)


바이오 연료


반사 망원경


반사 성운(메로페 성운)


방출 성운(오리온 대성운)


부분 월식


부분 일식


불완전 연소

별자리 밝은 별들을 가상의 선으로 이어 모양을 만들고 이야기나 신화 속에 나오는 주인공의 이름을 붙인 것 ● 306

별자리판 별자리를 알아보기 쉽게 만든 별자리 지도 ● 309

볼타 이탈리아의 물리학자. 볼타 전지를 만듦. ● 63

볼트(V) 전압의 단위 ● 23

부분 월식 달의 일부분이 본그림자 속으로 들어가는 현상 ● 134

부분 일식 일식에서 태양의 일부분이 보이지 않는 현상 ● 134

부식 금속이 산화되어 금속 화합물로 변화되는 현상 ● 75, 92, 215

분류 형질 자연 분류의 기준이 되는 생물의 형질 ● 289

분리의 법칙 한 쌍의 대립 유전자가 분리되어 다음 대에 유전되는 현상 ● 259

분열법 대장균과 같은 단세포 생물이 분열하여 두 개의 세포로 된 다음, 각각 하나의 개체가 되는 무성 생식 방법 ● 186

분자 물질을 이루고 있으면서 그 물질의 성질을 가진 가장 작은 알갱이 ● 12

분해 한 가지 물질이 두 가지 이상의 물질로 나누어지는 반응 ● 80

불규칙 은하 모양이 일정하지 않은 은하 ● 333

불완전 연소 산소의 공급이 충분하지 않은 상태에서 물질이 타는 현상으로, 일산화 탄소나 그을음이 생김. ● 84, 240

불완전 우성 중간 유전을 나타내는 두 유전자 사이의 관계 ● 262

블랙홀 물질이 극단적인 수축을 일으켜 엄청난 중력의 힘을 가진 천체 ● 334

빅뱅 우주론 우주가 한 점에서 대폭발로 탄생한 후 계속 팽창하여 현재의 우주가 만들어졌다는 이론 ● 338

빛에너지 태양과 같은 광원에서 나오는 에너지 ● 36

빛의 3원색 빨간색, 초록색, 파란색의 빛 ● 374

ㅅ

삭 달이 태양과 지구 사이에 들어가 일직선을 이뤄 보이지 않을 때 ● 130

산 수용액에서 이온화하여 수소 이온(H^+)을 내는 물질 ● 212

산개 성단 수십~수만 개의 별들이 엉성하게 모여 있는 성단 ● 330

산성 산이 공통으로 나타내는 성질 ● 210

산화 물질이 산소와 결합하는 과정 ● 232

산화제 자신은 환원되면서 다른 물질을 산화시키는 물질 ● 234

상동 기관 형태와 기능은 달라도 기본 구조가 비슷한 기관 ● 280

상동 염색체 체세포에 존재하는 모양과 크기가 같은 염색체 쌍 ● 176

상사 기관 발생 기원과 기본 구조는 다르지만, 형태와 기능이 유사한 기관 ● 280

상염색체 남자와 여자에 공통으로 존재하는 22쌍의 염색체 ● 181

상현 삭과 망 사이에서 오른쪽이 둥근 반달이 되는 때 ● 130

생명 공학 생명 현상, 생물 기능 그 자체를 인위적으로 조작하는 기술을 통틀어 이르는 말 ● 366

생물의 5계 분류 생물계를 원핵생물계, 원생생물계, 균계, 식물계, 동물계로 분류하는 것 ● 291

생식 생물이 새로운 자손을 만드는 것 ● 184

생식세포 분열 생식소에서 일어나며, 염색체 수가 모세포의 절반으로 감소하는 세포 분열 ● 174

생식 주기 여자의 몸에서 배란과 월경이 주기적으로 일어나는 것 ● 192

석회수 수산화 칼슘 수용액으로서, 이산화 탄소와 반응하여 흰색 앙금을 생성하므로 이산화 탄소 검출에 사용됨. ● 82


삭


산개 성단 (플레이아데스 성단)


상현


생명 공학


성운(암흑 성운)


손 발전기


수력 발전


쌀알무늬

성단 많은 수의 별들이 무리 지어 있는 것 ● 330

성염색체 성을 결정하는 염색체로서, X와 Y 두 종류가 있음 ● 181

성운 성간 물질이 한 곳에 모여 구름처럼 보이는 것 ● 331

세포질 분열 세포 분열 말기에 핵분열이 끝나면서 세포질이 나누어지는 것 ● 171

소리 에너지 어떤 물체의 진동으로 생기는 파동 에너지 ● 36

소비 전력 전기 기구가 1초 동안에 소비하는 전기 에너지 ● 37

소행성 화성과 목성 사이에서 태양 둘레를 돌고 있는 작은 천체 ● 148

소행성대 화성 궤도와 목성 궤도 사이에 소행성이 많이 있는 태양으로부터 2.2~3.3 AU 떨어진 지역 ● 151

손 발전기 손으로 돌려 전기를 만들 수 있는 장치 ● 59

수력 발전 물이 가지는 역학적 에너지를 전기 에너지로 변환하는 것 ● 60

순종 대립 유전자가 동일한 것 ● 257

스펙트럼형 항성의 온도에 따라 물리적 상태를 스펙트럼으로 분류하여 정한 형 ● 325

스푸트니크 1호 1957년에 발사된 최초의 인공위성 ● 353

스피커 전기 신호 형태의 음을 귀에 들리는 소리로 변환하는 장치 ● 54

시차 어떤 물체를 동시에 두 지점에서 보았을 때, 방향의 차이에 따라 생기는 각도 ● 318

실리카 젤 표면적이 매우 넓어 물이나 알코올 등을 흡수하는 능력이 매우 뛰어나 제습제로 사용하는 물질 ● 239

쌀알무늬 태양 내부의 에너지가 표면으로 분출되는 대류 현상으로서, 쌀알을 흩뿌려 놓은 것처럼 보이는 무늬 ● 136

쌍둥이 연구 1란성 쌍둥이와 2란성 쌍둥이의 형질을 비교하여 형질이 유전과 환경 중 어느 쪽의 영향을 더 많이 받는지를 조사하는 방법 ● 266

썰물 바닷물이 낮아지는 현상 ● 130

ㅇ

아노다이징 알루미늄의 표면에 일정한 두께의 산화 알루미늄을 만드는 과정 ● 241

아보가드로 법칙 온도와 압력이 같을 때, 모든 기체는 같은 부피 속에 같은 수의 분자가 존재한다는 가설 또는 법칙 ● 105

IC 회로 두 개 이상의 회로가 서로 분리될 수 없도록 결합한 전자 회로 ● 61

알버트 휴보 한국에서 만든 두 발로 걷는 로봇 ● 373

암 종양 중에서 빠른 속도로 증식하면서 주변 세포를 죽이고 생명을 위협하는 악성 종양 ● 173

암흑 성운 배경 별빛을 차단하여 검게 보이는 차가운 티끌로 이루어진 성운 ● 331

압전 소자 외부로부터 받은 압력을 이용하여 전기 에너지를 만드는 장치 ● 36

압전 효과 운동 에너지가 전기 에너지로 변환되는 효과 ● 36

앙금 두 종류의 수용액을 섞었을 때 새롭게 생성되는 물질로서, 물에 녹지 않고 가라앉는 물질 ● 75, 91

앙페르 프랑스의 물리학자. 전류가 흐르는 도선 사이에 서로 힘이 작용함을 알아냄. ● 62

앙페르 법칙 전류의 방향과 자기장의 방향과의 관계를 나타낸 법칙. '오른나사 법칙'을 앙페르 법칙이라고도 함. ● 47

애니메이션 만화나 인형을 이용하여 그것이 마치 살아 있는 것처럼 생동감 있게 촬영한 영화 ● 368

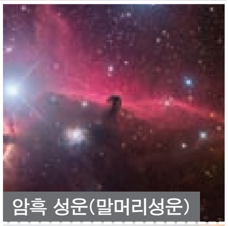
액정 액체와 고체의 중간 상태에 있는 물질 ● 367

약산 물에 녹아 이온화가 잘되지 않는 산 ● 213

약염기 물에 녹아 이온화가 잘되지 않는 염기 ● 219

양성화 한 꽃 속에 수술과 암술이 모두 있는 꽃 ● 255

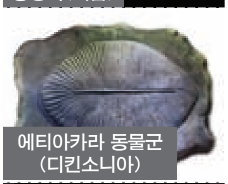
S자형 생장 곡선 사람의 경우 어릴 때에는 체세포 분열이 활발하게 일어나 생장 속도가 빠르지만, 성인이 되면 세포의 분열 속도가 늦어져 결국 생장이 멈추게 되어 생장 곡선이 S자형으로 나타나는 것 ● 172


암흑 성운(말머리성운)


앙금


액정(태블릿 PC)


양성화(백합)


에티아카라 동물군 (디킨소니아)


염색체


염화코발트 종이


영양 생식(알로에)

에티아카라 동물군 오스트레일리아에서 6억 3000만~5억 4200만 년 전에 살았던 동물군이며, 다세포 동물들의 화석이 발견됨. ● 279

LNG 주성분이 메테인인 기체를 액화시켜 만든 액화 천연 가스 ● 102

LPG 석유 성분 중 프로페인과 뷰테인을 주성분으로 한 기체를 액화시켜 만든 액화 석유 가스 ● 102

역학적 에너지 운동 에너지와 위치 에너지의 합 ● 36, 60

연소 산소와 빠르게 반응하여 빛과 열을 내면서 다른 물질로 변하는 화학 반응 ● 82, 235

연주 시차 지구가 태양을 중심으로 공전하면서 천체를 바라보았을 때 생기는 시차의 $\frac{1}{2}$인 각도 ● 318

연주 운동 지구가 태양의 주위를 1년에 걸쳐 도는 주기적인 운동 및 그 운동에 따라 생기는 천체의 1년 주기의 겉보기 운동 ● 124

열성 순종의 대립 형질을 교배시켰을 때 잡종 1대에서 나타나지 않는 형질 ● 258

열작용 금속과 같은 물질에 전류가 흐를 때 저항에 의해 열이 발생하는 것 ● 36

염 중화 반응 후 물과 함께 생성되는 물질 ● 228

염기 수용액에서 이온화 하여 수산화 이온(OH^-)을 내놓는 물질 ● 218

염기성 염기가 공통으로 나타내는 성질 ● 217

염색 분체 세포 분열이 일어나기 전에 하나의 염색체가 똑같이 복제된 것 ● 171

염색체 세포 분열 중 염색사가 접히고 응축되어 굵은 막대 모양의 구조물로 나타난 것 ● 170

염색체설 서턴이 주장하였으며, 유전자가 염색체에 존재한다는 학설 ● 256

염화코발트 종이 수분이 없을 때에는 파란색을 띠는데, 수분이 있으면 붉은색으로 변하여 수분을 검출할 때 사용하는 종이 ● 82

영구 자석 강한 자화 상태를 오래 보존하는 자석으로서, 외부로부터 전기 에너지를 공급받지 않아도 자성을 안정되게 유지함. ● 53

영양 생식 식물의 영양 기관 일부가 모체에서 분리되어 새로운 개체로 자라는 무성 생식 방법 ● 187

오로라 태양에서 방출된 대전 입자가 지구 자기장에 이끌려 대기로 진입하면서 공기 분자와 반응하여 빛을 내는 현상 ● 138

오른나사 법칙 나사의 진행 방향은 전류의 방향이고, 나사의 회전 방향은 자기장의 방향임. ● 47

옴(Ω) 저항을 나타내는 단위 ● 25

옴의 법칙 전류의 세기는 전압에 비례하고, 저항에 반비례함. ● 30

와트시(Wh) 전력량의 단위 ● 38

완전 연소 산소가 충분하여 물질이 모두 연소되는 반응 ● 84

왜소 행성 둥근 모양을 만들 수 있을 정도의 중력은 있으나 행성에 비해 작은 천체 ● 148

외르스테드 덴마크의 물리학자. 도선 주위에 생기는 자기력을 발견함. ● 42, 63

외부 은하 우리 은하 밖에 있는 은하 ● 332

용불용설 라마르크가 주장하였으며, 자주 사용하는 기관은 발달하여 다음 세대로 유전되고, 사용하지 않는 기관은 퇴화한다는 주장 ● 282

우리은하 태양계가 속해 있는 은하 ● 328

우성 순종의 대립 형질을 교배시켰을 때 잡종 1대에서 나타나는 형질 ● 258

우열의 법칙 순종의 대립 형질을 교배시켰을 때 잡종 1대에서 우성 형질만 나타나는 현상 ● 258

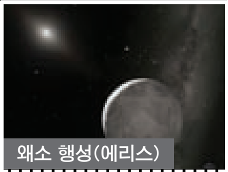
우주 망원경 지구 대기를 벗어나 우주에 설치된 망원경 ● 344

우주 배경 복사 우주 공간의 배경을 이루며 모든 방향에서 같은 강도로 들어오는 전파 ● 344

우주 정거장 사람이 우주 공간에 장기간 머물 수 있도록 만들어진 구조물 ● 344

운동 에너지 운동하는 물체가 가지는 에너지 ● 36

원유 땅속에서 뽑아낸, 정제하지 않은 그대로의 기름 ● 369


왜소 행성(에리스)


우리 은하


우주 망원경


우주 정거장


운동 에너지


월식


유성


은하(안드로메다 은하)

원자 물질의 기본적 구성 단위로, (+)전기를 띠는 원자핵과 (−)전기를 띠는 전자로 이루어짐. ● 12

원자핵 원자의 중심부에서 (+)전하를 띠고 원자 질량의 대부분을 차지하는 입자 ● 12

월경 배란된 난자가 정자와 수정되지 않으면 두꺼워진 자궁 내막이 허물어져 혈액과 함께 질을 통해 몸 밖으로 배출되는 현상 ● 192

월리스선 인도네시아의 발리 섬과 롬복 섬 사이를 경계로 그은 생물 분포선. 동남아시아구에는 원숭이나 여우 등 태반이 발달한 동물이 서식하고, 오스트레일리아구에는 오리너구리나 캥거루 등 태반이 발달하지 않은 동물이 서식함. ● 281

월식 달이 지구의 그림자 속으로 들어가서 가려지는 현상 ● 134

위성 행성의 인력에 의해 그 둘레를 공전하는 천체 ● 143

위치 에너지 높은 곳에 위치한 물체가 가지는 에너지 ● 36

유도 전류 코일 내부의 자기장이 변하면 코일에 흐르게 되는 전류 ● 57

유성 지구 대기 속으로 들어오면서 빛을 내면서 타는 천체 ● 143, 148

유성 생식 암수가 구별되는 생물에서 생식세포를 만든 후, 이 암수의 생식세포가 결합하여 새로운 자손을 만드는 것 ● 184

유약 도자기에 액체나 기체가 스며들지 못하게 하고, 광택이 나도록 하기 위해 도자기 표면에 바르는 약 ● 72

유연관계 생물의 분류에서 어느 정도로 가까운가를 나타내는 관계 ● 290

유전 형질을 결정하는 물질이 부모로부터 자손에게 전달되는 것 ● 254

유전자 어떤 유전 형질에 대한 정보를 가지고 있는 DNA의 특정 영역 ● 179, 256

유전자형 표현형을 결정하는 유전자를 기호로 나타낸 것 ● 257

유전 형질 부모로부터 자손에게 전해지는 특징 ● 178

은하 수천억 개의 별들의 집단 ● 328

은하군 수십 개의 은하가 모인 집단 ● 334

은하단 수백 개의 은하가 모인 집단 ● 334

은하수 구름 같이 빛나는 수많은 별들의 집단 ● 328

음력 달이 차고 기우는 모양의 변화를 기준으로 날짜를 정한 책력 ● 133

2가 염색체 감수 1분열 전기에 상동 염색체가 서로 붙어서 쌍을 이룬 것 ● 176

2란성 쌍둥이 두 개의 난자가 배란되어 각각 수정하여 발생한 것으로서, 유전자 구성이 다름. ● 267

24절기 황도를 15° 간격으로 등분해 계절의 변화를 나타낸 것 ● 133

이온화 중성의 분자 또는 원자가 전자를 잃거나 얻어 전하를 띠게 되는 과정 ● 212

2차 성결정 생식소에서 분비되는 호르몬에 의해 남자나 여자의 생식기가 만들어지는 것 ● 200

인력 물체 사이에 당기는 힘 ● 13

인위 분류 생물의 기본 특성이나 다른 생물과의 연관성을 고려하지 않고 사람들의 인위적인 기준에 따른 분류 ● 289

인터넷 전 세계의 컴퓨터가 서로 연결되어 정보를 교환할 수 있는 하나의 거대한 컴퓨터 통신망 ● 362

1란성 쌍둥이 하나의 난자와 하나의 정자가 수정하여 발생하는 과정에서 2개로 나누어져 각각 발생한 것으로서, 모든 유전자가 동일함. ● 267

일식 지구 상에서 볼 때 태양이 달에 의해서 가려지는 현상 ● 134

1 AU 지구에서 태양까지의 거리 ● 319

일정 성분비 법칙 화합물을 구성하는 모든 원소의 질량비는 일정하다는 법칙 ● 98

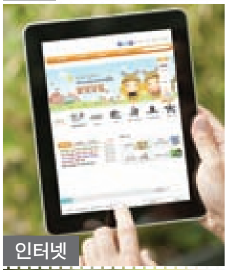
일주 운동 북극성을 중심으로 별, 태양, 달 등의 천체들이 하루에 한 바퀴씩 도는 현상 ● 123

1차 성결정 정소나 난소와 같은 생식소가 결정되는 것 ● 200

1파섹 연주 시차가 1″인 거리 ● 319


은하단(페르세우스 은하단)


인력


인터넷


1란성 쌍둥이


일식


일주 운동


자석


저항

ㅈ

자기 물체가 철과 같은 물체를 끌어당기는 성질을 자성이라고 하며, 자성의 원인이 되는 것 ● 9

자기력 자성을 띠는 물체 사이에 작용하는 힘 ● 43

자기력선 자기장을 시각적으로 표현한 선 ● 44

자기장 자기력이 작용하는 공간 ● 43

자석 자성을 갖는 물체 ● 43

자성 철과 같은 금속을 끌어당기는 성질 ● 43

자연 분류 생물의 내부 구조, 생식 기관의 구조, 발생 과정 등을 기준으로 생물 상호간의 유연관계나 진화의 계통에 따라 분류하는 방법 ● 289

자연선택설 다윈이 주장하였으며, 생물의 좋은 자연 선택의 결과 환경에 적합한 방향으로 진화한다고 하는 주장 ● 283

자화 쇠붙이를 자석으로 문지르거나 강한 자석에 붙여 놓으면 쇠붙이도 자석의 성질을 갖게 되는 현상 ● 44

자화 수분 양성화에서 자기 꽃의 꽃가루가 암술머리에 붙는 현상 ● 255

잡종 대립 유전자가 서로 다른 것 ● 257

저항 전류의 흐름을 방해하는 정도 ● 24, 28

저항의 병렬 연결 전기 회로에서 저항을 나란히 연결한 것 ● 32

저항의 직렬 연결 전기 회로에서 저항을 일렬로 연결한 것 ● 31

적색 편이 물체가 멀어지면서 스펙트럼의 흡수선 위치가 붉은 빛 쪽으로 이동하는 현상 ● 336

적자생존 생물은 많은 자손을 남기는데, 조금이라도 유리한 형질을 가진 개체가 환경에 잘 적응하여 살아남게 되는 현상 ● 283

전기 양과 음의 부호를 가진 두 종류의 전하가 나타내는 여러 가지 자연 현상 ● 9

전기력 전기를 띤 물체 사이에 밀거나 당기는 힘 ● 12

전기 에너지 전하가 전기장 안에서, 또는 전류가 자기장 안에서 가지는 에너지 ● 36

전동기 자기장 속에 놓인 도선이 받는 힘을 이용하여 전기 에너지를 운동 에너지로 전환하는 장치 ● 52

전력량 전력과 전기 기구를 사용한 시간의 곱으로 나타냄. ● 38

전류 전하의 흐름 ● 21

전류계 전기 회로에서 전류의 세기를 측정하는 계기 ● 22

전압 전류가 흐를 수 있도록 가하는 전기적인 압력 ● 23

전압계 전기 회로에서 전압의 크기를 측정하는 계기 ● 23

전자 (－)전하를 띠고 있는 기본 입자 ● 12

전자기 유도 코일 내부의 자기장이 변하면 코일에 전류가 흐르게 되는 현상 ● 57

전자석 전류가 만드는 자기장을 이용한 자석 ● 42, 48

전파 망원경 사람의 눈에 보이지 않는 전파를 관측하는 망원경 ● 158

전파 은하 보통 은하보다 수백에서 수백만 배 이상의 강한 전파를 방출하는 은하 ● 333

전하 물체가 띠고 있는 정전기의 양으로서, 모든 전기 현상의 근원이 됨. ● 12

절대 등급 지구로부터 10파섹(pc)의 거리에 있다고 가정하고 정한 별의 밝기 등급 ● 323

점묘법 작은 색점들을 찍어서 표현하는 화법 ● 374

정격 소비 전력 정격 전압에서 전기 기구의 소비 전력을 나타낸 것 ● 38

정격 전압 전기 기구를 안전하고 효율적으로 사용할 수 있는 전압 ● 38

정류자 전동기에서 코일이 일정한 방향으로 계속 회전하도록 전류의 방향을 주기적으로 바꿔 주는 장치 ● 53

정상 나선 은하 중심부에 막대 모양의 구조가 없는 나선 은하 ● 333


전류계

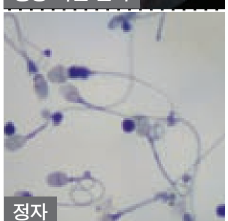

전자석


전파 망원경


전파 은하


점묘법


정상 나선 은하


정자


중화 반응

정액 정낭과 전립샘 등의 부속샘에서 분비된 물질과 정자가 합쳐진 것 ● 191

정자 정소의 세정관에서 생식세포 분열에 의해 만들어지며, 사춘기가 되면 매일 약 1억 마리가 만들어진다. ● 190

정전기 마찰 전기 등에 의해 한 곳에 모여 있는 전기 ● 12, 18

정전기력 정전기를 띤 물체 사이에서 밀거나 당기는 힘 ● 13

정전기 유도 전기를 띤 물체와 가까운 쪽은 다른 종류의 전기를 띠고, 먼 쪽은 같은 종류의 전기를 띠는 현상 ● 15

제련 광석을 용광로에 넣고 녹여서 함유한 금속을 분리, 추출하여 정제하는 일 ● 240

조석 주기 만조에서 다음 만조까지, 또는 간조에서 다음 간조까지 걸리는 시간 ● 131

조직 배양 식물의 기관이나 조직 또는 세포를 분리하여 배양한 다음, 완전한 기능을 갖는 식물체로 키우는 기술 ● 189

종 생물을 분류하는 기본 단위 ● 288

종양 정상적인 생장이나 상처에 의한 재생과는 무관하게 일어나는 비정상적인 세포 분열 ● 173

중간 유전 분꽃의 유전과 같이 두 유전자 사이에 우열 관계가 분명하지 않아 잡종 1대에서 중간 형질인 분홍색 꽃이 나타나는 현상 ● 262

중화 반응 산의 수용액과 염기의 수용액이 만나 산도 아니고 염기도 아닌 물질과 물이 생성되는 반응 ● 224

중화열 중화 반응 과정에서 발생하는 열 ● 226

지구 관측 위성 바다와 육지를 관측하는 위성 ● 350

지구 자기장 지구가 가지고 있는 고유한 자기장 ● 139

지구형 행성 수성, 금성, 지구, 화성을 총칭하는 단어 ● 144

지시약 화학 반응에서 일정한 상태를 판별하는 데 사용되는 시약 ● 223

지평 좌표계 관측자를 기준으로 방위각과 고도를 이용해 천체의 위치를 나타내는 좌표계 ● 309

GPS 인공위성을 이용하여 자신의 위치를 정확히 알아낼 수 있는 시스템 ● 372

직류 전동기 직류를 전원으로 사용하는 전동기 ● 59

진동 물체의 위치가 정해진 범위 내에서 주기적으로 변화하는 현상 ● 61

질 자궁과 연결되며, 자궁으로 정자가 들어오고 태아가 몸 바깥으로 나가는 통로 ● 191

질량 보존 법칙 물리 변화나 화학 변화 전후의 질량이 항상 같다는 법칙 ● 90

ㅊ

착상 수정란이 분열하여 속이 빈 공 모양의 배가 되어 자궁의 안쪽 벽에 파묻혀 달라붙는 것 ● 195

채층 광구 위쪽으로 1만 km 정도 두께의 붉게 보이는 대기층 ● 137

척력 물체 사이에 밀어내는 힘 ● 12

천상열차분야지도 조선 시대 초기 천문도 ● 306

청색 편이 물체가 다가오면서 스펙트럼의 흡수선 위치가 정지해 있을 때보다 파란 빛 쪽으로 이동하는 현상 ● 336

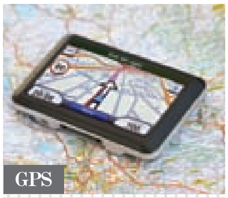
체세포 분열 우리 몸을 이루는 체세포의 분열을 말하며, 분열 전후 염색체의 수가 동일함. ● 168

초은하단 은하군과 은하단들이 모여 이루어진 집단 ● 334

추분점 천구의 적도와 황도가 만나는 두 개의 점 중 북쪽에서 남쪽으로 지나는 점 ● 125

춘분점 천구의 적도와 황도가 만나는 두 개의 점 중 태양이 남쪽에서 북쪽으로 지나는 점 ● 125

출산 수정 후 약 266일이 지나 태아가 몸 밖으로 나오는 과정 ● 199


GPS


직류 모터

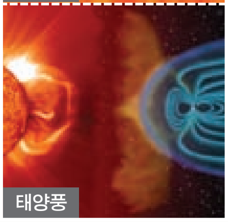

출아법(말미잘)


캘러스


코로나


타원 은하


태양계


태양풍

출아법 효모나 히드라와 같이 몸의 일부가 싹처럼 돋아난 후 분리되어 새로운 개체가 되는 무성 생식 방법 ● 186

치환 두 종류의 물질이 반응할 때 한 물질의 구성 입자가 다른 물질의 구성 입자와 자리를 바꾸는 형태의 화학 반응 ● 81

ㅋ

캘러스 식물 세포를 영양 물질이 포함된 배지에서 배양할 때 세포 분열이 일어나서 만들어진 세포 덩어리 ● 189

코로나 태양 표면 위로 수백만 km까지 뻗어 있는 태양의 최상층 대기 ● 137

코일 전도성이 좋은 절연성 재료로서, 나사선형으로 감은 것 ● 57

ㅌ

타원 은하 은하의 모양이 공이나 타원 모양으로 하고 있고, 나선팔 구조가 보이지 않는 은하 ● 333

타화 수분 곤충이나 바람, 물 따위의 매개에 의하여 다른 꽃에서 꽃가루를 받아 열매나 씨를 맺는 일 ● 255

탈레스 고대 그리스의 사람으로 전기의 존재를 처음으로 발견함. ● 62

탈수 작용 분자 안이나 분자 사이의 수소와 산소를 물의 형태로 제거하는 작용 ● 215

태반 수정란이 자궁에 착상되면 태아와 모체 사이에 물질 교환을 하기 위해 만들어지는 것 ● 198

태아 수정 후 9주 이후를 말하며, 완전하지는 않지만 사람의 모습을 갖추고 있음. ● 196

태양계 태양 및 태양 주위를 공전하는 천체의 집단 ● 143

태양풍 태양으로부터 흘러나오는 전기를 띤 입자들의 흐름 ● 138

탯줄 태아로부터 길게 뻗어 나와 태반과 연결되는 것 ● 198

ㅍ

패러데이 영국의 물리학자. 전류의 자기 작용에 대하여 조사함. ● 57, 62

포자 생식 고사리나 이끼와 같이 씨앗 대신 포자를 만들어 번식하는 무성 생식 방법 ● 187

표현형 꽃의 색깔과 같이 겉으로 나타나는 형질 ● 257

풍력 발전 바람의 운동 에너지를 전기 에너지로 변환하는 것 ● 60

프랭클린 미국의 과학자. 전하의 이동을 밝히고, 피뢰침을 발명함. ● 63

플레어 흑점 주변에서 태양을 이루는 물질이 폭발적으로 방출되는 현상 ● 137

pH 수용액에 포함된 수소 이온의 농도에 대한 척도 ● 222

ㅎ

하지점 태양이 천구의 적도에서 북쪽으로 가장 멀리 떨어진 황도 상의 점 ● 125

하현 왼쪽이 둥근 반달이 되는 때 ● 130

학명 생물종의 이름을 국제적 학술 명칭에 따라 나타낸 것 ● 290

한성 유전 귓속털 유전과 같이 유전자가 Y염색체 상에 있어서 한쪽 성에만 유전 현상이 나타나는 유전 현상 ● 275

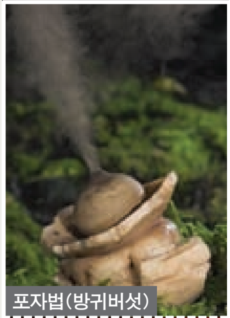
할구 난할 결과 만들어진 세포 ● 195

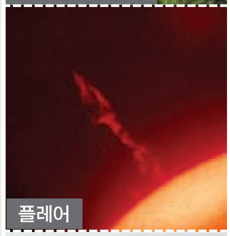
합성 저항 전기 회로에서 둘 이상의 저항이 연결되었을 때 똑같은 효과를 내는 하나의 저항 ● 32

항법 위성 전파를 통해 선박이나 비행기의 위치를 알려 주는 위성 ● 350

항산화제 다른 물질이 산화되는 것을 막아줄 수 있는 물질 ● 243

핵형 분석 사람의 유전 연구에서 염색체 수와 모양을 분석하는 방법 ● 268

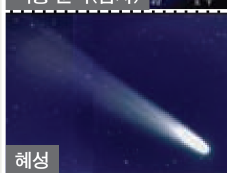

포자법(방귀버섯)

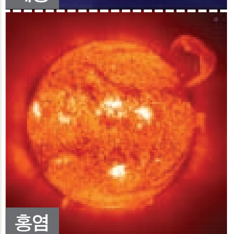

플레어

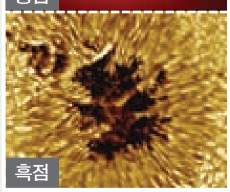

pH(pH 시험지)


하현


핵형 분석(남자)


혜성


홍염


흑점

헤일로 우리 은하의 중심부에서부터 원반의 바깥을 공 모양으로 감싸는 영역 ● 329

오늘날의 진화설 자연선택설을 중심으로 돌연변이설, 격리설이 통합되고 멘델의 유전학을 포함하여 진화를 설명한 것 ● 285

형질 머리카락 형태나 귓불 모양 등과 같이 생물이 가진 고유한 생김새와 특징 ● 254

혜성 태양을 초점으로 하여 포물선이나 타원의 궤도를 도는 긴 꼬리를 가진 천체 ● 143, 148

홍염 채층 물질이 채층 위로 수십만 km 높이까지 고리나 불기둥 모양으로 솟구쳐 오르는 현상 ● 137

화력 발전 석탄, 석유 등의 화석 연료를 이용하여 전기 에너지를 만드는 것 ● 60

화학 반응 물질이 가진 본래의 성질 자체가 변하는 반응 ● 78

화학 반응식 화학 변화에 관여한 반응 물질의 화학식과 생성 물질의 화학식을 + 기호와 화살표로 나타낸 식 ● 104

화학 에너지 화학 결합의 결과로 물질 내에 보유되어 있는 에너지 ● 36

화합 두 가지 이상의 물질이 결합하여 하나의 새로운 물질을 생성하는 반응 ● 79

확산 분자들이 스스로 움직여 퍼져 나가는 현상 ● 74

환경 공학 환경이 생물에 미치는 영향을 연구하고, 환경의 오염과 악화를 방지하는 방법을 연구하는 학문 ● 366

환원 물질이 산소를 잃는 과정 ● 232

환원제 자신은 산화되면서 다른 물질을 환원시키는 물질 ● 234

황도 태양이 연주 운동을 하면서 별자리 사이를 지나는 길 ● 125

황도 12궁 황도에 위치한 12개의 별자리 ● 125

효소 생물의 세포 안에서 합성되어 생체 속에서 행하여지는 거의 모든 화학 반응의 촉매 역할을 하는 화합물. 화학적으로는 단순 단백질 또는 복합 단백질에 속함. ● 78

흑점 태양 표면에서 검게 보이는 크고 작은 점들 ● 136

참고 문헌과 사진 출처

I 전기와 자기

사진 자료

- 46쪽　직선 도선 주위의 철가루 배열　新物理 實驗圖鑑 I (1973), 講談社
- 48쪽　원형 도선 주위의 철가루 배열　新物理 實驗圖鑑 I (1973), 講談社
  솔레노이드 주위의 철가루 배열　新物理 實驗圖鑑 I (1973), 講談社

- 뉴스뱅크이미지
  55쪽(로봇 수술)

- 셔터스톡
  8쪽(오로라), 10쪽(전신주, 번개), 11쪽(가정용 전기 기구들, 나무), 12쪽(호박), 13쪽(유리컵), 19쪽(복사기), 34쪽(야경, 세탁기, 헤어드라이어, 다리미), 35쪽(박물관, 공장, 병원, 놀이공원), 36쪽(전자저울), 37쪽(전열기), 38쪽(전자레인지, 전력량계), 39쪽(배경), 40쪽(배경, 말굽 자석), 41쪽(세탁기, 기타), 42쪽(전자석, 세탁기, 스피커), 48쪽(비상벨), 49쪽(두더지), 50쪽(로봇 축구), 52쪽(전동기), 60쪽(수력 발전소), 62쪽(호박, 나침반, 범선, 패러데이, 맥스웰), 63쪽(프랭클린, 볼타), 64쪽(전구), 67쪽(스피커와 마이크)

- 유로크레온
  62쪽(배경)

- 토픽이미지
  19쪽(페인트칠)

참고 문헌 및 인용 자료

- 수학 없는 기초 물리, Paul G. Hewitt(2010), 홍릉 과학 출판사
- 재미있는 물리 여행, 루이스 엡스타인 외(1988), 백윤선 역, 김영사
- 물리학의 역사, Georg Feulner(2009), 윤진희 역, 혜원
- 한국 전기 박물관 http://www.kepco.co.kr/museum/
- 만화로 끝내는 과학 교과서 카툰 과학, 한재필, 어진교육

MBL 실험 장치 제공

- 한국 사이언스 스타

II 화학 반응에서의 규칙성

사진 자료

- 70쪽, 71쪽　과산화 수소의 분해, 알코올의 연소
  Chemistry(2005), Antony C. Wilbraham 외 3저, Pearson Prentice Hall
- 77쪽　보신각 종의 보존 처리, 동제금은입사향로의 보존 처리 과정　국립 중앙 박물관

- 셔터스톡
  68쪽(실험 기구), 70쪽(단풍, 우주 왕복선), 72쪽(도자기 성형, 도자기 가마, 도자기), 74쪽(음식 재료 썰기, 목공예, 보석 공예), 75쪽(사과의 부패, 달걀 프라이, 가스 연소, 불꽃놀이, 익어 가는 사과, 철의 부식), 76쪽(철광석 채취, 용광로, 철 제품, 고철 재활용), 78쪽(사람 모형), 79쪽(블록), 80쪽(빵), 82쪽(촛불, 가스레인지의 불꽃, 숯불), 83쪽(자전거 타는 사람), 84쪽(하늘, 화로), 85쪽(하늘, 옥수수, 바이오 연료 공장), 86쪽(자전거가 놓인 풍경), 88쪽(양초), 93쪽(나무의 연소), 95쪽(농구하는 사람), 96쪽(자동차 생산 공장), 100쪽(국제 회의), 102쪽(가스레인지, 자동차 가스 충전기), 111쪽(촛불, 뷰테인 가스 장치)

- 이미지클릭
  74쪽(유리 공예)

참고 문헌 및 인용 자료

- 학생을 위한 화학과 화학자 이야기(2007), 강건일, 참 · 과학
- Chemistry(2005), Antony C. Wilbraham 외 3저, Pearson Prentice Hall
- Chemistry(2012), John E. McMurry 외 1저, Pearson Prentice Hall
- Science Explorer Chemical Interaction(2007), David V. Frank, Ph. D 외 2저, Pearson Prentice Hall

□ Science Explorer Physical Science(2005), David V. Frank, Ph. D 외 6저, Pearson Prentice Hall

III 태양계

사진 자료

□ 131쪽 간조와 만조 이미지클릭
□ 132쪽 무창포 유로크레온
□ 153쪽 보현산천문대 한국천문연구원
□ 159쪽 한국천문연구원, 전파 망원경 한국천문연구원

□ NASA

115쪽(태양), 144쪽(수성, 수성의 표면, 금성, 금성의 표면), 145쪽(화성, 화성의 표면, 화성의 극관), 146쪽(카시니-하위헌스 호), 150쪽(아폴로 11호), 151쪽(에로스, NEAR), 153쪽(켁 망원경 반사경), 157쪽(우주 비행사), 160쪽(홍염, 플레어, 코로나), 163쪽(허블 우주 망원경)

□ 셔터스톡

112쪽(태양계 행성), 114쪽(지구, 지구 배경), 115쪽(달), 117쪽(월식, 지구), 118쪽(지구), 121쪽(태양, 달), 123쪽(북쪽 하늘), 126쪽(백야), 127쪽(하단 앙부일구), 128쪽(달과 태양), 130쪽(초승달), 131쪽(달), 134쪽(개기 일식, 부분 일식, 개기 월식, 부분 월식, 배경 월식 순서), 137쪽(채층, 홍염, 코로나), 138쪽(오로라), 139쪽(자기장, 나침반), 140쪽(수성, 수성의 표면, 금성, 금성의 표면, 화성, 화성의 표면, 화성의 극관, 화성 탐사 로봇, 우주선), 141쪽(목성, 목성의 붉은 점, 토성, 토성의 고리, 토성의 위성, 천왕성, 해왕성, 유성, 혜성, 소행성), 142쪽(태양계), 143쪽(포환, 야구공, 탁구공), 145쪽(지구), 146쪽(목성, 목성의 대적점, 목성의 위성, 토성, 타이탄), 147쪽(천왕성, 해왕성), 152쪽(배경, 유성 충돌, 왜소 행성, 소행성, 성, 유성), 153쪽(배경 들판), 150쪽(우주인, 스푸트니크 호), 151쪽(전파 망원경), 152쪽(천체 관측), 153쪽(켁 망원경), 157쪽(쌍안경, 월석), 158쪽(우주 망원경으로 본 토성), 160쪽(태양계), 162쪽(금성, 화성, 목성), 163쪽(켁망원경)

참고 문헌

□ 태양계의 모든 것(2010), 이홍선 외, (주)뉴턴코리아
□ 기본 천문학(2008), Hannu Karttunen 외 저, 강혜성 외 역, 시그마프레스
□ 과학 교사를 위한 현대 천문학 강좌(2004), 김봉규 외 저, 동양문화사
□ 별 헤는 밤 천문 우주 실험실(별 하나에 낭만 별 하나에 과학) (2011), 김지현 외, 어바웃어북
□ 우주로의 여행(1998), 프랭크 로이 저, 윤홍식 역, 청범 출판사
□ 천체 관측(2009), 김희수 저, 시그마프레스
□ 천체 관측의 첫걸음(2001), 제임스 머든 저, 박승철 역, 가람기획
□ 코페르니쿠스가 들려주는 지동설 이야기(2008), 곽영직 저, 자음과 모음
□ 해와 달과 별이 뜨고 지는 원리(2009), 박석재 저, 도서 출판 성우
□ 극한의 우주(최대 최고 최악의 태양계 공간으로 떠나는 50일간의 우주 여행)(2011), 데이비드 베이커 외 저, 김옥진 역, 북로드
□ 우주로의 여행2(1998), 윤홍식 외 저, 청범 출판사
□ 지구와 우주(신화에서 별자리까지)(2005), 알랭 시루 외 저, 전세철 역, 북스캔

참고 사이트

□ 한국 과학 창의 재단 사이언스올 http://www.scienceall.com
□ 한국천문연구원 http://www.kasi.re.kr
□ 한국항공우주연구원 카리 스쿨 http://www.karischool. re.kr
□ 미국 항공 우주국 http://www.nasa.gov
□ 천문 우주 지식 포털 http://astro.kasi.re.kr
□ 나로 우주 센터 우주 과학관 http://www.narospacecenter.kr
□ 한국 아마추어 천문학회 http://www.kaas.or.kr

IV 생식과 발생

사진 자료

□ 164쪽 에드워즈 http://i.cdn.turner.com/cnn/2010/HEALTH/10/05/sweden.nobel.medicine/t1larg.edwards.afp.gi.jpg
□ 176~177쪽 생물의 생식세포 분열 과정 생명-생물의 과학 9판(2012), 사바다(Savada) 외 3인 저, 강해묵 외 10인 역, 라이프사이언스

- 184쪽 큰가시고기 KBS Media
- 196~197쪽 태아의 발생 과정 *MizMedi Hospital & iMiz Corp. 'MyAngel Application'*
- 201쪽 탈리도마이드에 의한 선천성 기형아 http://www.hanall.co.kr/upload/thalidos.jpg

- 셔터스톡
  164쪽(개구리), 166쪽(체세포, 생장점), 167쪽(꽃가루, 염색체 수), 168쪽(닭), 170쪽(양파 뿌리의 생장점), 172쪽(상처의 회복), 173쪽(생명을 위협하는 암), 179쪽(DNA 모형), 182쪽(배경 그림, 만손초), 183쪽(민들레 씨, 정자, 탯줄), 184쪽(개구리밥), 185쪽(개구리밥), 186쪽(히드라, 말미잘), 187쪽(고사리, 검은빵곰팡이, 푸른곰팡이, 딸기의 기는줄기, 감자의 씨눈), 190쪽(다비드, 비너스), 193쪽(정자와 난자의 구조와 기능), 194쪽(임신부), 195쪽(임신 진단 기구), 198쪽(하단 배경 그림), 200쪽(상단 배경의 정자와 난자), 201쪽(상단의 여러 가지 약, 하단의 여러 가지 약, 배경 그림), 203쪽(문제 1번, 문제 2번)

- Science Photo Library
  171쪽(염색 분체), 181쪽(남자의 성염색체), 190쪽(정자), 191쪽(배란되는 난자)

- 토픽이미지
  164쪽(연못의 배경 그림), 170쪽(간기, 전기, 중기), 171쪽(후기, 말기), 186쪽(대장균), 204쪽(히드라)

- 이미지클릭
  181쪽(남자의 염색체, 여자의 염색체), 186쪽(효모, 짚신벌레, 아메바), 204쪽(아메바)

- 유로크레온
  187쪽(방귀버섯, 장미의 접붙이기)

참고 문헌 및 인용 자료

- 인체(2010), 스티브 파커 · 로버트 윈스턴 저, 박경한 외 3인 역, 사이언스북스
- 생명-생물의 과학 9판(2012), 사바다(Savada) 외 3인 저, 강해묵 외 10인 역, 라이프사이언스
- 생명과학 8판(2008), 캠벨(Campbell) 외 6인 저, 전상학 외 29인 역, 바이오사이언스
- 발생생물학 9판(2011), Scott F. Gilbert 저, 강해묵 역, 라이프사이언스

V 여러 가지 화학 반응

사진 자료

- 234쪽 산화 구리(II)와 수소의 반응 장치 포토사이언스 화학도록(평성20년), 교연 출판 주식회사
- 237쪽 산소의 발견 두산 아트 센터, 극단 청우
- 239쪽 고리자루 칼 국립 중앙 박물관
- 239쪽 비파형 청동검 국립 경주 박물관

- 셔터스톡
  208쪽(오렌지, 지시약), 214쪽(과일, 발사믹 식초, 샐러드), 216쪽(설거지, 손 씻기, 바닥 청소, 세차), 221쪽(산성 식품, 알칼리성 식품), 228쪽(회와 레몬), 229쪽(산성화된 토양, 산성화된 호수), 230쪽(사진 프레임, 오래된 책, 호흡, 광합성, 철의 제련), 232쪽(달리는 아이들), 235쪽(부식된 못, 폭발), 236쪽(녹), 238쪽(철제 교량), 240쪽(철광석 채취, 볼트), 241쪽(스테인리스강, 아노다이징 제품), 242쪽(포도주), 243쪽(채소와 과일), 244쪽(가스 불, 야영장), 248쪽(테르밋 반응)

- 토픽이미지
  222쪽(클레오파트라), 241쪽(선박 페인트칠), 244쪽(쌈장)

- 이미지클릭
  231쪽(기차)

- 유로크레온
  206쪽(아레니우스), 215쪽(에칭 동판화), 216쪽(김홍도의 빨래터), 223쪽(자주색 양배추), 238쪽(이순신 장군 동상)

- 뉴스뱅크이미지
  220쪽(남한산성, 황사)

참고 문헌 및 인용 자료

- 학생을 위한 화학과 화학자 이야기(2007), 강건일, 참 · 과학
- Chemistry(2012), John E. McMurry 외 1저, Pearson Prentice Hall
- Science Explorer Chemical Interaction(2007), David V.Frank,Ph.D외 2저, Pearson Prentice Hall
- Chemistry(2005), Antony C. Wilbraham 외 3저, Pearson Prentice Hall
- General, Organic, and Biochemistry 8th, Fredreick A. Bettelheim 외 3저, Thomson

- 세상에서 가장 재미있는 화학(2011), 크레이그 크리들, 궁리 출판
- 미술관에 간 화학자(2011), 전창림, 랜덤하우스코리아(주)

VI 유전과 진화

사진 자료

- 250쪽 다윈 http://www.glsc.org/darwin/images/8_Darwin.jpg
- 254쪽 멘델 http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/36/Gregor_Mendel_Monk.jpg
- 265쪽 혈우병 http://cfs4.tistory.com/upload_control/download.blog?fhandle=YmxvZzExNzc3M0Bmcz QudGlzdG9yeS5jb206L2F0dGFjaC8wLzA4MDAwMDAwMDA4Ny5qcGc%3D
- 273쪽 란트슈타이너 http://cfile223.uf.daum.net/image/1167AA594D996FF225573D
- 274쪽 돌턴 新編化學圖解, 弟一學習社
- 275쪽 귓속 털 과다증 생명 과학-역동적인 자연 과학(2009), Peter J. Russell 외 저, 홍영남 역, 라이프사이언스
- 278쪽 뒷다리가 있는 멸종된 고래 화석 생명 과학 7판(2006), Campbell & Reece 저, 전상학 외 역, 라이프사이언스
  고사리 영월 화석 박물관 ywmuseum.com/section/hs/html/main.jsp
- 279쪽 싸이클로메두사와 디킨소니아 국립 과천 과학관
- 283쪽 후추나방 Biology-The unity and diversity of life(1987), Cecie Starr 외 저, Wadsworth Publishing Company
- 284쪽 씨앗을 먹는 갈라파고스핀치와 선인장을 먹는 갈라파고스핀치 생명 과학 7판(2006), Campbell & Reece 저, 전상학 외 역, 라이프사이언스

- 셔터스톡

250쪽(코끼리거북, 이구아나), 252쪽(대립 형질, 배경 그림), 253쪽(보라색 완두꽃, 흰색 완두꽃, 둥근 완두, 주름진 완두, 배경 그림), 254쪽(둥근 콩, 주름진 콩, 하단 배경 그림), 255쪽(하단 배경 그림), 257쪽(보라색 완두꽃, 흰색 완두꽃), 258쪽(상단 배경 그림), 261쪽(상단 배경 그림), 263쪽(팔로미노 말, 금어초의 중간 유전), 264쪽(배경 그림, 가족), 265쪽(쌍둥이), 266쪽(지문선), 269쪽(다운 증후군 환자), 273쪽(상단 배경 그림, 하단 배경 그림), 274쪽(색맹 검사표), 276쪽(상사 기관), 277쪽(자연선택설, 돌연변이), 278쪽(삼엽충 화석), 280쪽(고양이, 독수리의 날개, 잠자리의 날개), 281쪽(영장류 중 가장 큰 종인 고릴라, 원숭이, 여우, 오리너구리, 캥거루), 282쪽(카렌 족), 284쪽(달맞이꽃, 왕달맞이꽃, 갈라파고스 제도), 286쪽(배경 그림, 생물학적 종, 분류 기준, 분류 단계), 287쪽(망태버섯, 자연 분류, 산호), 288쪽(잠자리, 잠자리의 유충), 289쪽(나비, 흰동가리, 돌고래, 곰, 고양이, 표범, 호랑이), 290쪽(새, 악어, 뱀, 도마뱀, 거북, 사람), 291쪽(사람, 새), 296쪽(버섯, 개구리, 짚신벌레, 곰팡이, 은행나무, 볼복스, 사슴)

- 이미지클릭

253쪽(중간 유전), 254쪽(매끈한 콩깍지, 잘록한 콩깍지), 260쪽(하단 배경 그림), 261쪽(하단 배경 그림), 265쪽(귓불), 267쪽(쌍둥이의 초음파 사진), 269쪽(사람의 핵형), 278쪽(공룡 발자국 화석)

- 유로크레온

262쪽(분꽃), 276쪽(배경 그림), 296쪽(대장균)

VII 외권과 우주 개발

사진 자료

- 308쪽 천상열차분야지도 도면 천문노트
- 315쪽 별자리판 천문노트
- 315쪽 하늘 모습(3개) astroview

- 한국항공우주연구원

347쪽(우리나라 위성), 347쪽(한국항공우주연구원, 나로호 발사), 352쪽(나로호 조립)

- NASA

321쪽(달, 태양), 333쪽(은하군), 334쪽(국부 은하군, 우주 거대 구조), 340쪽(우주인, 우주 왕복선, 우주 작업), 342쪽(아폴로 11호, 우주인, 우주인 발자국), 343쪽(베네라 사진, 오퍼튜니티가 보내 온 화성 사진), 344쪽(우주 왕복선, 국제 우주 정거장, 허블 우주 망원경), 345쪽(SOHO 위성,

SOHO 위성 사진, 큐리오시티, Dawn호), 346쪽(국제 우주 정거장), 350쪽(로봇 팔), 352쪽(우주 유영)

- 셔터스톡

302쪽(전파 망원경), 304쪽(황도 12궁), 305쪽(태양-달-지구, 오리온자리), 306쪽(별자리), 316쪽(우주선), 324쪽(오리온자리), 326쪽(우주 배경, 은하수, 별의 탄생), 327쪽(외부 은하, 우주인), 328쪽(전파 망원경, 은하수), 330쪽(구상 성단, 산개 성단), 331쪽(플레이아데스 성운, 오리온 대성운, 말머리성운), 332쪽(우주 배경, 대마젤란은하, 안드로메다은하), 333쪽(전파 은하, 막대 나선 은하, 정상 나선 은하, 타원 은하, 불규칙 은하), 339쪽(은하 충돌), 343쪽(오퍼튜니티), 344쪽(우주인), 347쪽(지구), 349쪽(위성 방송 시청, 전기, 전자, 기계, 재료, 화학, 생물), 350쪽(MRI 진료), 357쪽(겨울철 대삼각형, 은하수)

참고 문헌 및 인용 자료

- 기본 천문학(2008), Hannu Karttunen 외 저, 강혜성 외 역, 시그마프레스
- 천문학 및 천체 물리학 서론(1998), M. Zelik & S. A. Gregory 저, Saunders college Publishing
- 별자리와 우주(2008), 일본 뉴턴프레스, 강금희 역, (주)뉴턴코리아
- 과학 교사를 위한 현대 천문학 강좌(2004), 김봉규 외 저, 동양 문화사
- 별 헤는 밤 천문 우주 실험실(별 하나에 낭만 별 하나에 과학) (2011), 김지현 외, 어바웃어북
- 우주의 비밀(2008), 전일동, 청문각
- 스페이스(태양계를 지나 우리 은하 저 너머까지, 책으로 떠나는 우주 여행, 우주의 모든 것)(2008), 컨캐롤 스톳 저, 이충호 역, 을파소
- 우주(대폭발에서 블랙홀까지 모든 것을 담은 우주 대백과사전 UNIVERSE)(2009), 마틴 리스 저, 윤홍식 외 역, 사이언스북스
- 외부 은하(2000), 천문석 저, 연세 대학교 출판부
- NASA 우주 개발의 비밀(2003), 토머스 D. 존스 저, 채연석 역, 아라크네
- 체험 우주 정거장(미래의 우주 과학자들이 반드시 읽어야 할 책)(2007), 메리앤 디슨 저, 하정임 역, 다른

참고 사이트

- 한국 과학 창의 재단 사이언스올 http://www.scienceall.com
- 한국천문연구원 http://www.kasi.re.kr
- 한국항공우주연구원 카리 스쿨 http://www.karischool.re.kr
- 미국 항공 우주국 http://www.nasa.gov
- 천문 우주 지식 포털 http://astro.kasi.re.kr
- 천문노트 http://new.astronote.org
- 국립 중앙 과학관 http://www.science.go.kr
- 국립 고흥 청소년 우주 체험 센터 http://www.nysc.or.kr

VIII 과학과 인류 문명

사진 자료

- 358쪽 존 바딘 Science Photo Library (http://www.sciencephoto.com/)
- 360쪽 DNA 칩 국립 암 센터(http://ncc.re.kr)
- 361쪽 알버트 휴보 카이스트(KAIST) 휴보 연구소
- 368쪽 스티키봇 내셔널 지오그래픽(한글판)
- 373쪽 알버트 휴보 카이스트(KAIST) 휴보 연구소
- 375쪽 3D 카메라 구글 검색
- 376쪽 기상청 기상청(http://www.kma.go.kr/)
- 377쪽 힐베르트 구글 검색
- 382쪽 무인 전철 DX LINE(신분당선)

- 농촌진흥청

378쪽(식물 공장), 382쪽(식물 공장), 388쪽(새롬이)

- 셔터스톡

358쪽(배경 그림), 360쪽(배경 그림, 탄소 나노튜브), 361쪽(태양광 발전, 반도체), 362쪽(로봇 배경), 363쪽(철의 발견, 반도체의 발명, 증기 기관의 발명, 현미경의 발명), 364쪽(부르즈 할리파), 366쪽(정보 통신 기술, 생명 공학 기술, 나노 기술, 문화 콘텐츠 기술, 환경 공학 기술, 우주 항공 기술), 367쪽(발광 다이오드, 자기 공명 영상 장치, 액정 화면 터치, 손전등), 368쪽(연잎, 배경 그림), 369쪽(대기 오염, 인공위성), 370쪽(상단 배경 그림, 이진법 적용, 공학적 지식 적용, 과학적 지식 적용, 예술적 지식 적용, 태블릿 PC), 371쪽(자전거), 372쪽(배경 그림, 자동차), 374쪽(하단 배경 그림, 빛의 분해, 빛의 3원색, 점묘법, 카메라), 375쪽(불꽃놀이, 다리 야경, 캠코더), 377쪽(워터큐브), 378쪽(상단 배경 그림, 하단 배경 그림, 태블릿 PC, 풍력 발전), 379쪽

(칼 벤츠가 만든 최초의 자동차), 381쪽(풍력 발전, 수소 연료를 이용한 자동차의 내부, 태양광 발전), 382쪽(탄소 나노 튜브), 383쪽(나노 로봇, U-health, 하단 배경), 385쪽(조직 배양으로 품종을 개량하는 모습, 하단 배경), 386쪽(상단 배경 그림), 388쪽(인터넷으로 많은 정보를 쉽게 얻을 수 있다, 전자 상거래, GPS), 389쪽(인터넷 중독), 390쪽(아마존 밀림의 파괴, 공장에서 배출되는 가스), 391쪽(하단 배경 그림, 재활용 마크), 393쪽(문제 6번 그림)

□ 뉴스뱅크이미지

365쪽(보행 재활 훈련 로봇), 385쪽(복마니)

□ 유로크레온

367쪽(초전도 현상), 373쪽(자동차 공장의 로봇), 379쪽(수소 연료 전지 버스), 389쪽(널뛰기)

□ 이미지클릭

378쪽(로봇 팔), 382쪽(로봇 팔), 383쪽(인공 심장), 385쪽(핵이식), 388쪽(유전자 변형 옥수수, 무르지 않는 토마토), 389쪽(강강술래, 윷놀이), 390쪽(자동차 배기가스, 생활 폐기물, 농약 살포)

□ 토픽이미지

368쪽(도마뱀붙이 발바닥), 379쪽(오늘날의 자동차), 383쪽(로봇 수술)

□ NASA

360쪽(우주 정거장), 373쪽(우주 정거장의 로봇), 376쪽(로켓 발사)

인용 자료

□ 청소년을 위한 알기 쉬운 과학 기술 미래 비전(교육 과학 기술부 · 한국 과학 창의 재단, 2010)

참고 사이트

□ 우주 엘리베이터 상상도

mirror.enha.kr/wiki/궤도%20엘리베이터